

المديرية العامة للمناهج

علم الصناعة
الإتصالات



للصف الثاني الثانوي الصناعي



علم الصناعة
الإتصالات

للصف الثاني الثانوي الصناعي

تأليف

م. أحمد عيسى عبد الرحمن
م. عثمان يونس السويطي
م. محمود يوسف العبادي
م. علي عبدالله عيسى

الناشر
وزارة التربية والتعليم
المديرية العامة للمناهج

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في جميع مدارس المملكة الأردنية الهاشمية بموجب قرار مجلس التربية والتعليم رقم ١٥٩/ ٩٥ تاريخ ١٦ / ٨ / ١٩٩٥ اعتباراً من العام الدراسي ١٩٩٦ / ١٩٩٧ .

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف

د. محمد كامل عبد العزيز/ رئيساً
د. سامي إبراهيم سرحان
م. جميل كامل غانم
م. حيدر عبد المجيد المومني
م. عبدالله محمود الهور/ مقرراً

التحرير العلمي : م. عبدالله الهور
التحرير اللغوي : فوزات نفاع
التحرير الفني : نرمين داود العزة
التصميم : هاني مقطش

دقق الطباعة : م. أحمد عيسى عبد الرحمن
راجعها : م. عبدالله الهور

JSBN: 111-941213-4

الطبعة الأولى
سنة الطبع ١٤١٦هـ - ١٩٩٦م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الفصل الدراسي الثاني

الموضوع	الصفحة



بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

كان تطوير التعليم المهني من أولويات خطة التطوير التربوي التي تنفذها وزارة التربية والتعليم. ويأتي كتاب علم الصناعة/ تخصص الاتصالات للصف الثاني الثانوي الشامل المهني وفق المنهاج الذي أعدته الوزارة، ومكملاً للكتاب الذي درسته سابقاً في الصف الأول الثانوي لتنفيذ تلك الخطة، في الوقت الذي تشهد فيه الاتصالات تطوراً هائلاً ليس من السهل مواكبته.

لقد عرضت مادة هذا الكتاب بأسلوب يثير اهتمام الطالب، ويجعله يفكر في كيفية عمل المكونات المختلفة للأجهزة، آخذين بالاعتبار أن يكون للطالب دور أساسي في عملية التعليم، بينما يكون دور المعلم فيها موجهاً ومرشداً.

ويتكون هذا الكتاب من فصلين، وتضمن الفصل الأول أربع وحدات، حيث ناقشت الوحدة الأولى مفهوم التضمين والكشف وأنواعه المختلفة مثل: تضمين الاتساع والتردد، والتضمين الرقمي، والإرسال المتعدد. أما الوحدة الثانية فقد ناقشت انتشار الموجات الكهرمغناطيسية، وأنواع الهوائيات وخصائصها. وناقشت الوحدة الثالثة أجهزة الاستقبال الإذاعي تضمين اتساع وتضمين تردد، وكذلك العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال. وأخيراً ناقشت الوحدة الرابعة أجهزة الهاتف الحديثة، وأنظمة الاتصال الداخلي، وجهاز الهاتف اللاسلكي.

أما الفصل الثاني فيتضمن ثلاث وحدات، حيث ناقشت الوحدة الخامسة تطور المقاسم، والمقاسم الإلكترونية والرقمية الحديثة، وكذلك أنظمة الترقيم، وطرق التحكم بالمقاسم الإلكترونية، والخدمات التي تقدمها المقاسم الإلكترونية، والمقاسم الفرعية. أما الوحدة السادسة فقد ناقشت نظام التلغراف والتلكس والناسوخ وطرق نقل البيانات، وكذلك أنواع شبكات نقل البيانات المختلفة، وطرق الترميز المستخدمة. وأخيراً ناقشت الوحدة السابعة الشبكات التشابهية والرقمية، وأنظمة الميكروويف والاتصالات الفضائية والإرسال التلفازي البيتي، وهواتف السيارات والهواتف الخلوية.

وقد اهتم الكتاب بحداثة المعلومات العلمية، ولذلك فقد استخدمنا بعض المعلومات التي ترد في كثير من (الكتالوجات) والكتب الفنية للأجهزة المختلفة، كما اهتم بالناحية العملية، لذلك فقد استعرضنا في كثير من الوحدات المفاهيم الحديثة المستخدمة لإجراء عمليات الفحص، وتحديد الأعطال واستبدال القطع لتزويد الطالب بالمفاهيم الفنية، وإكسابه المهارات العملية في مجال الاتصالات للوصول به إلى مستوى العامل المهني الذي يلبي حاجة السوق من القوى العاملة المدربة، والقادرة على صيانة أجهزة الاتصالات وإصلاحها.

احتوى الكتاب على قائمة بالكتب التي يمكن الرجوع إليها لتلبية طموح المعلمين والطلبة. كما اشتملت وحدات الكتاب على الأسئلة المناسبة للمعلومات الواردة في كل وحدة، وعلى قائمة بالمصطلحات العلمية المستخدمة.

وأخيراً فإننا نأمل من زملائنا المعلمين تزويد وزارة التربية والتعليم بملاحظاتهم للاستفادة منها في تطوير الكتاب.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى

التضمين والكشف
(MODULATION AND DEMODULATION)

تنقل وسائل المواصلات أكثر من مسافر واحد في الوقت نفسه، فهل فكرت كيف يمكن نقل العديد من المكالمات الهاتفية على خط واحد وفي وقت واحد؟ وكيف يمكن لموجة راديوية أن تحمل أنواعاً مختلفة من المعلومات؟

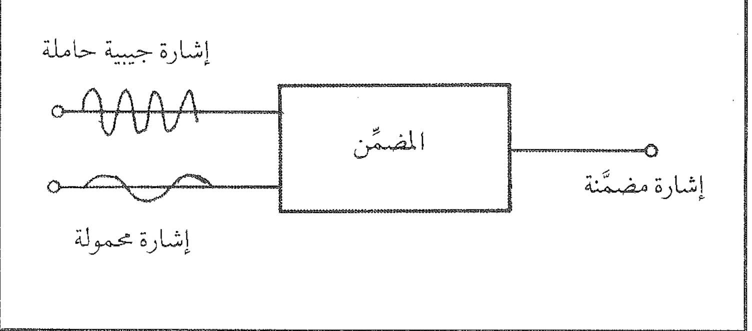
التضمين يجيب عن الأسئلة السابقة، وهو في أبسط معانيه عملية تحميل إشارة معلومات؛ تسمى الإشارة المحمولة على إشارة أخرى ذات خواص مختلفة ومرغوب فيها تسمى الإشارة الحاملة. أما الكشف فهو عملية فصل الإشارة المحمولة عن الإشارة الحاملة بعد وصولها إلى المكان المطلوب. **ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

١ - توضح أهمية التضمين.
٢ - تقارن بين الأنواع المختلفة من تضمين الاتساع وأهميتها.
٣ - تُبيّن طرق كشف تضمين الاتساع.
٤ - تتعرف تضمين التردد وطرق كشفه.
٥ - تحدد أهمية استخدام التضمين النبضي والرقمي.

أولاً التضمين وأهميته

درست سابقاً أن الإشارة الجيبية تتكرر بالطريقة نفسها مع الزمن، وقد تسأل: هل يمكن تغيير إحدى خواص الإشارة الجيبية المنتظمة بطريقة مشابهة للإشارة المحمولة؟

يعرف التضمين بأنه تلك العملية التي يتم بوساطتها تغيير خواص الإشارة الحاملة المنتظمة (جيبية مثلاً) تبعاً لتغيرات الإشارة المحمولة (صوتية مثلاً). وتتم هذه العملية باستخدام دارة إلكترونية تسمى دارة المضمّن. ويوضح الشكل (١-١) مفهوم التضمين.



الشكل (١-١): مفهوم التضمين.

وأما خواص الإشارة الحاملة التي يمكن تغييرها فهي على سبيل المثال الاتساع أو التردد.

وبصورة عامة يمكننا القول: إن التضمين هو نقل الإشارة ذات التردد المنخفض إلى مجال ترددات أعلى، وبالتالي فإنها تكتسب خواص الإشارة الحاملة. ولكن ما أهمية ذلك؟

تكمن أهمية التضمين فيما يأتي:

١ - نقل عدد من الإشارات ذات التردد المنخفض محمّلة على إشارات ذات ترددات أعلى، بحيث يمكن نقلها جميعاً في خط النقل نفسه، ودون حدوث تداخل بينها.

٢ - إن كفاءة الهوائيات المستخدمة لإشعاع الموجات الكهرمغناطيسية تعتمد على نسبة طول الهوائي إلى طول الموجة التي يشعها، فمثلاً لإشعاع إشارة محمولة ترددها (١) كيلو هيرتز مباشرة دون تضمين، فإن الهوائي المناسب يكون طوله (١٥٠) كيلومتراً، نظراً لأن طول الموجة كما سيتضح لاحقاً يساوي (٣٠٠) كيلومتر. وبذلك يمكّن التضمين من تصميم هوائيات ذات كفاءة عالية، وبأبعاد مناسبة عند الترددات العالية، كما سيتضح في الوحدة اللاحقة.

ثانياً أنواع التضمين

يُصنَّف التضمين تبعاً للتغيير في خواص الإشارة الحاملة، ولذلك توجد الأنواع الآتية من التضمين:

١ تضمين الاتساع (Amplitude Modulation)

يعرف تضمين الاتساع بأنه تلك العملية التي يتم بوساطتها تغيير اتساع الإشارة الحاملة تبعاً لتغيرات اتساع الإشارة المحمولة، مع الإبقاء على تردد الإشارة الحاملة ثابتاً.

وكنتيجة لعملية التضمين، فإن الإشارة الناتجة هي إشارة مضمَّنة تتضمن الإشارة الحاملة والمحمولة. أما أبسط دارات التضمين هي المكونة من ثنائي ومقاومة ومرشح، كما هو موضح في الشكل (١-٢).

انظر إلى الشكل (١-٢) وأجب عن الأسئلة الآتية:

على ماذا يعتمد فرق الجهد بين طرفي الثنائي (D)؟ ما العلاقة بين التيار في الثنائي وفرق الجهد بين طرفيه؟

إذا افترضنا أن الإشارة الحاملة هي: $v_c = V_c \sin 2\pi f_c t$

والإشارة المحمولة هي: $v_m = V_m \sin 2\pi f_m t$

حيث V_c : الاتساع الأقصى للإشارة الحاملة.

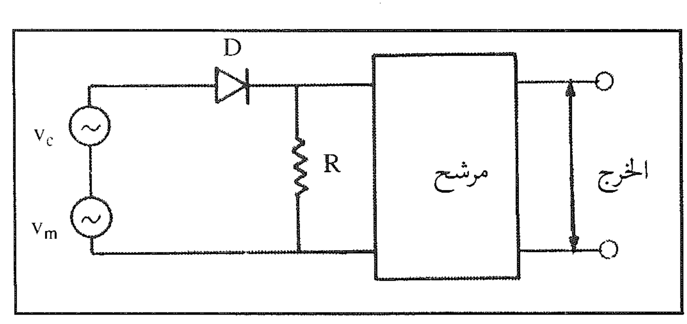
V_m : الاتساع الأقصى للإشارة المحمولة.

v_c : القيمة اللحظية لاتساع الإشارة الحاملة.

v_m : القيمة اللحظية لاتساع الإشارة المحمولة.

f_c : تردد الإشارة الحاملة.

f_m : تردد الإشارة المحمولة.



الشكل (١-٢): مخطط تمثيلي لدارة المضمّن

ولأن العلاقة بين التيار المار في الثنائي وفرق الجهد بين طرفيه غير خطية، وأن التيار المار في الثنائي والمقاومة (R) يعتمد على فرق الجهد بين طرفي الثنائي المكون من المجموع الجبري (v_c+v_m)، فإن فرق الجهد على طرفي المقاومة (R) الذي هو جهد الخرج هو إشارة مضمَّنة يتغير اتساعها، وتحتوي على ترددات جديدة، كما هو موضح في الشكل (١-٣).

وتعرف النسبة بين الاتساع الأقصى للإشارة المحمولة (Vm) والاتساع الأقصى للإشارة الحاملة (V_c) بمعامل التضمين (m) أي أن:

$$m = \frac{Vm}{Vc}$$

وعادة تكون قيمة (m) أقل من الواحد الصحيح.

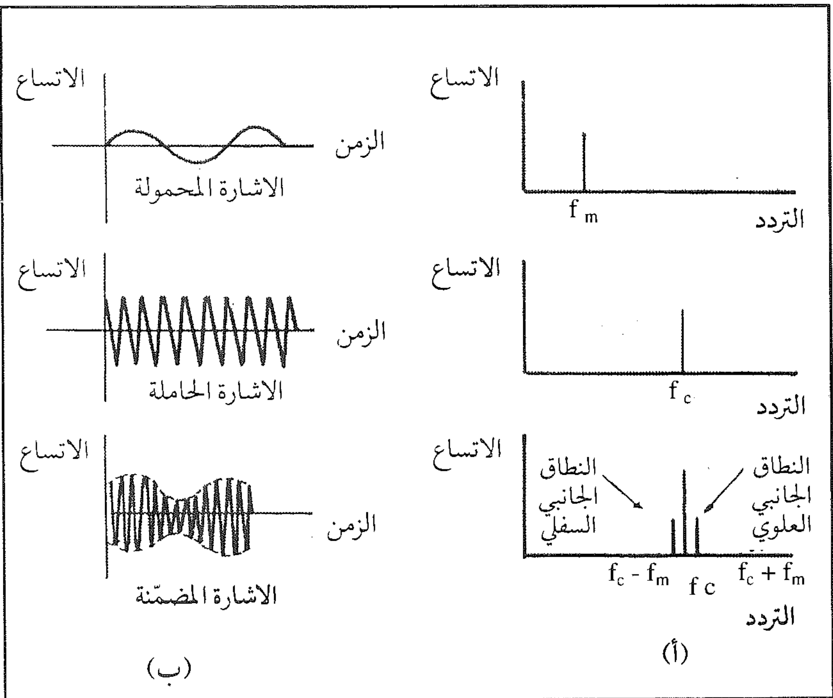
مكونات الإشارة المضمَّنة اتساعياً:

انظر إلى الشكل (١-٣)، ما الترددات الموجودة في الإشارة المضمّنة؟

إن تحليل المحتوى الترددي للإشارة المضمّنة اتساعياً يعطينا ثلاثة مكونات رئيسة هي:

١ - الإشارة الحاملة.

٢ - مكونة جديدة ترددها يساوي مجموع تردد الإشارة الحاملة وتردد الإشارة المحمولة (f_c+f_m) وتسمى النطاق الجانبي العلوي (Upper Side Band: USB).

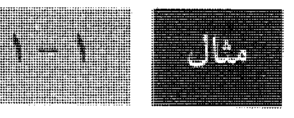
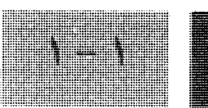


الشكل (١-٣): أشكال الإشارات والمكونات الترددية للإشارة المضمّنة في عملية تضمين الاتساع

٣ - مكونة أخرى ترددها يساوي الفرق بين تردد الإشارة الحاملة وتردد الإشارة المحمولة (f_c-f_m) وتسمى النطاق الجانبي السفلي

(Lower Side Band: LSB) كما هو موضح في الشكل (١-٣).

ومما تجب ملاحظته أن اتساعات النطاقين الجانبين متساوية، وتعتمد على معامل التضمين، وأن النطاقين الجانبيين يحتويان على الإشارة المحمولة المراد إرسالها باستخدام تضمين الاتساع.

مثال ١ - ١

إذا كان تردد الإشارة المحمولة = (١٠٠٠) هيرتز = (١) كيلو هيرتز.
وتردد الإشارة الحاملة = (١٠٠٠) كيلو هيرتز.
احسب تردد النطاقين الجانبيّين.



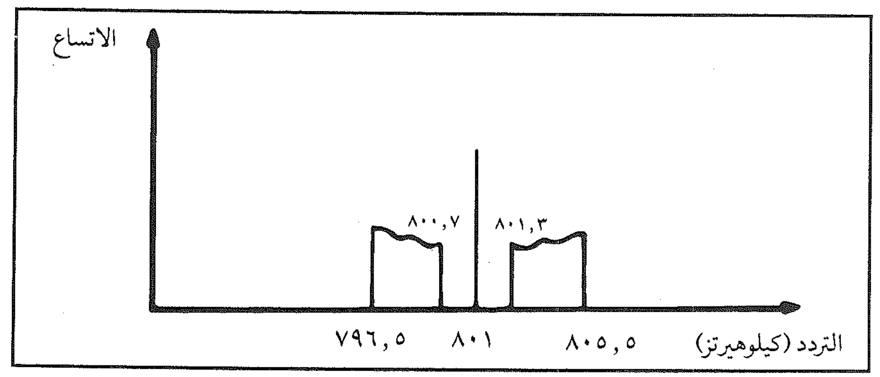
الحل

تردد النطاق الجانبي العلوي = (١٠٠٠+١) = (١٠٠١) كيلو هيرتز.
وتردد النطاق الجانبي السفلي = (١٠٠٠-١) = (٩٩٩) كيلو هيرتز.

أما إذا كانت الإشارة المحمولة تحتوي على أكثر من تردد، فإن كل تردد يعطي نطاقين جانبيين بعد التضمين. فمثلاً إذا كان خرج (الميكروفون) الإذاعي يحتوي النطاق (٣٠٠-٤٥٠٠) هيرتز، كما هو الحال في الإذاعة التي تستخدم التردد الحامل (٨٠١) كيلو هيرتز، فإننا نحصل على المكونات الآتية:

٨٠١+٠,٣ = ٨٠١,٣ كيلو هيرتز.
٨٠١+٤,٥ = ٨٠٥,٥ كيلو هيرتز.
وبذلك فإن ترددات النطاق الجانبي العلوي هي: (٨٠١,٣-٨٠٥,٥) كيلو هيرتز.
٨٠١-٠,٣ = ٨٠٠,٧ كيلو هيرتز
٨٠١-٤,٥ = ٧٩٦,٥ كيلو هيرتز.
وأيضاً فإن ترددات النطاق الجانبي السفلي هي: (٨٠٠,٧-٧٩٦,٥) كيلو هيرتز.
بالإضافة إلى الإشارة الحاملة (٨٠١) كيلو هيرتز.

ويوضح الشكل (١-٤) مكونات الإشارة المضمّنة الناتجة من تضمين الاتساع، كما هو مستخدم في الإذاعة.



الشكل (١-٤): مكونات الإشارة المضمّنة تضمين اتساع كما هو مستخدم في الإذاعة

النشاط ١ - ١

ركّب دارة كهربائية عملية للمضمّن الموضح في الشكل (١-٢) في المشغل، ثم ادرس شكل إشارة الخرج بوساطة راسم الإشارة.

أنواع تضمين الاتساع

يُصنّف تضمين الاتساع تبعاً لطريقة اختيار المكونات الرئيسة في خرج المضمّن بوساطة المرشح، وستدرس الأنواع الرئيسة الآتية:

أ - تضمين الاتساع ذو الحاملة الكبيرة والنطاقين الجانبيين (Large Carrier - Double Side Band: LC-DSB)

يسمح هذا النوع من التضمين بمرور الإشارة الحاملة والنطاقين الجانبيين العلوي والسفلي، وبما أن قدرة الإشارة تتناسب مع مربع اتساعها، فإن قدرة الإشارة الحاملة كبيرة بالمقارنة بالقدرة في النطاقين الجانبيين.

إن عرض نطاق الإشارة المضمّنة من هذا النوع يساوي مجموع النطاقين الجانبيين العلوي والسفلي، وتتكرر الإشارة المحمولة مرتين في هذا النطاق. يستخدم هذا النوع حزم الترددات المخصصة للإرسال الإذاعي بطريقة غير اقتصادية، وهو شائع الاستعمال في البث الإذاعي. ويوضح الشكل (١-٢) دارة هذا المضمّن.

ب - تضمين الاتساع ذو النطاقين الجانبيين والحاملة المحذوفة (Double Side Band - Suppressed Carrier: DSB-SC)

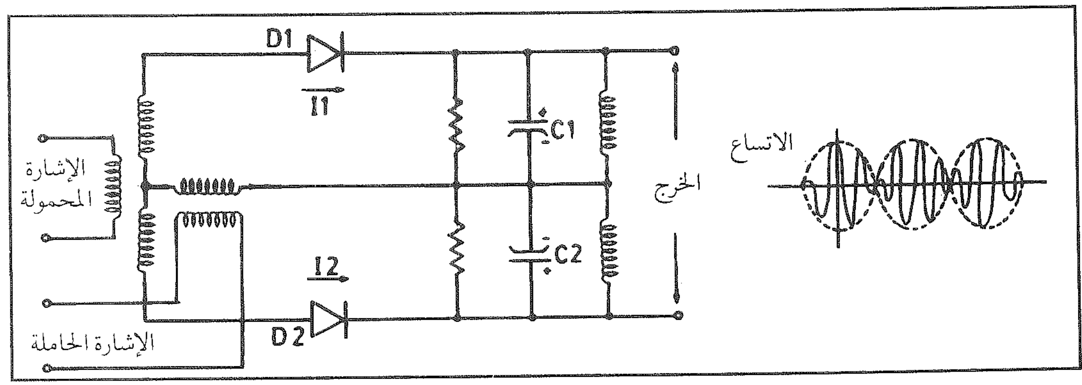
لما كانت الإشارة الحاملة لا تتضمن أي معلومات، فإن حذفها من الإشارة المضمّنة (منعها من المرور) لا يؤثر في نقل الإشارة المحمولة. ويسمى المضمّن الذي يحذف الإشارة الحاملة المضمّن المتوازن (Balanced Modulator). وبسبب حذف الإشارة الحاملة ذات القدرة الكبيرة، فإن ذلك يوفر قدراً كبيراً من الطاقة الكهربائية المستهلكة. ويوضح الشكل (١-٥) المضمّن المتوازن.

إن المبدأ الأساسي للمضمّن المتوازن هو توصيل الإشارة الحاملة بطريقة متماثلة إلى الثنائيين (D_1, D_2).

انظر إلى الشكل (١-٥)، وأجب عن السؤال الآتي:

ما خرج المضمّن المتوازن إذا كانت الإشارة المحمولة غير موجودة في المدخل؟.

إذا كان الثنائيان متماثلين تماماً، ولا توجد إشارة محمولة في المدخل، فإن خرج المضمّن يكون صفراً؛ لأن المواسعين (D_1, D_2) يشحنان بشحنتين متساويتين ومختلفتين.



الشكل (١-٥): المضمّن المتوازن وإشارة خرجه

أما عند توصيل الإشارة المحمولة، فإن فرق الجهد بين طرفي أي ثنائي يعتمد على المجموع الجبري لاتساع الإشارتين الحاملة والمحمولة. وبسبب طريقة ربط الإشارة المحمولة لا يمرر الثنائيان تيارات متساوية، مما يؤدي إلى ظهور خرج على المضمّن يحتوي على النطاقين الجانبيين العلوي والسفلي، ولا يحتوي على الإشارة الحاملة، كما هو موضح في الشكل (١-٥).

ج - تضمين الاتساع ذو النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة (Single Side Band - Suppressed Carrier: SSB- SC)

قد تسأل: كيف يمكن الحصول على نطاق جانبي واحد؟

إن استخدام مرشح تمرير ذي نطاق مناسب يسمح بمرور النطاق المطلوب، بينما يحجب النطاق الآخر، يمكننا من الحصول على نطاق معين. ويوضح الشكل (١-٦) المخطط الصندوقي لمضمّن الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة.



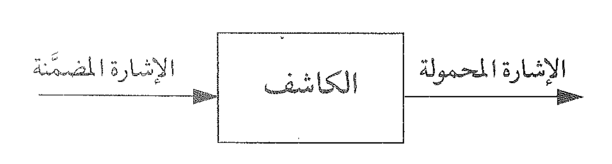
الشكل (١-٦): مخطط صندوقي لمضمّن الاتساع ذي النطاق الجانبي والحاملة المحذوفة

النشاط ١ - ٢

ركّب في المشغل دارة تضمين اتساع ذي النطاق الجانبي والحاملة المحذوفة، واكتب تقريراً عن خصائصها.

كشف تضمين الاتساع(Amplitude Modulation Demodulation)

إن التضمين والكشف عمليتان متعاكستان تماماً، وبوساطة الكشف، يتم استخلاص الإشارة المحمولة من الإشارة المضمّنة. وتسمى الدارة الإلكترونية التي تقوم بهذه العملية الكاشف (Detector) أو مزيل التضمين. ويمثل الشكل (١-٧) المخطط الصندوقي للكاشف.



الشكل (١-٧): المخطط الصندوقي للكاشف

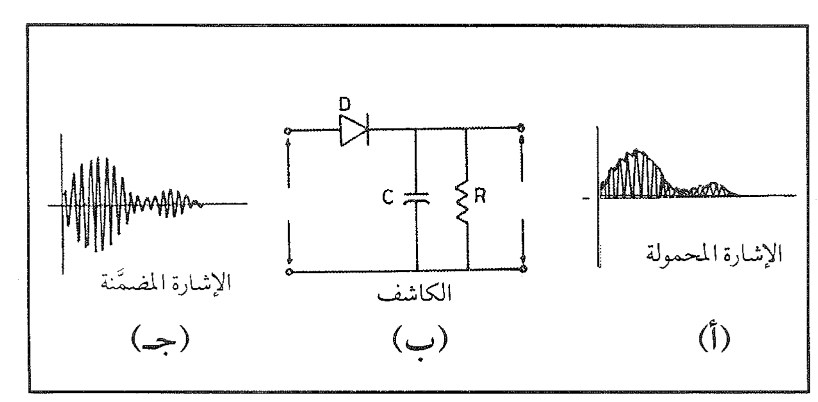
لقد درست سابقاً أنواعاً مختلفة من تضمين الاتساع، وستدرس لاحقاً الدارات الإلكترونية المستخدمة لكشف الأنواع السابقة من التضمين.

أ - كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة (Large Carrier Amplitude Modulation Detector)

إن الكاشف دارة من دارات أجهزة الاستقبال، كما سيتضح لك عند دراستك الوحدة الثانية. وكذلك فإن أجهزة الاستقبال السوبرهيترودااين تحول تردد الإشارة الراديوية إلى تردد آخر ثابت بغض النظر عن تردد الإشارة الراديوية المستقبلة يسمى التردد البيني؛ مما يسهل تصميم دارة الكاشف. إن أبسط دارات كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة هي المكونة من ثنائي ومقاومة مواسع، كما هو موضح في الشكل (١-٨).

انظر إلى الشكل (١-٨): ما وظيفة الثنائي (D)؟

يعمل الثنائي (D) كمقوّم؛ وذلك بتمرير الأجزاء الموجبة من إشارة التردد البيني، في حين يمنع مرور الأجزاء السالبة. يشحن المواسع (C) حتى يصل فرق جهده إلى الاتساع الأقصى لإشارة التردد البيني، ثم يفرغ في المقاومة (R)- التي تكون قيمتها عادة عالية- عندما يهبط اتساع إشارة التردد البيني، ثم يتكرر الشحن والتفريغ. وعلى ذلك نستطيع القول: إن جهد الخرج يتغير بطريقة تشبه تغيرات الإشارة المحمولة.



الشكل (١-٨): دارة كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة

ويتم اختيار قيمة الثابت الزمني (RC) بحيث تعمل كل نبضات إشارة التردد البيني الموجبة على شحن المواسع.

ومما يجدر ذكره أن المواسع (C) يعمل أيضاً دارة قصر بالنسبة للإشارة الحاملة، وبالتالي لا تظهر تلك الإشارة في الخرج؛ أي أننا استخلصنا الإشارة المحمولة فقط.

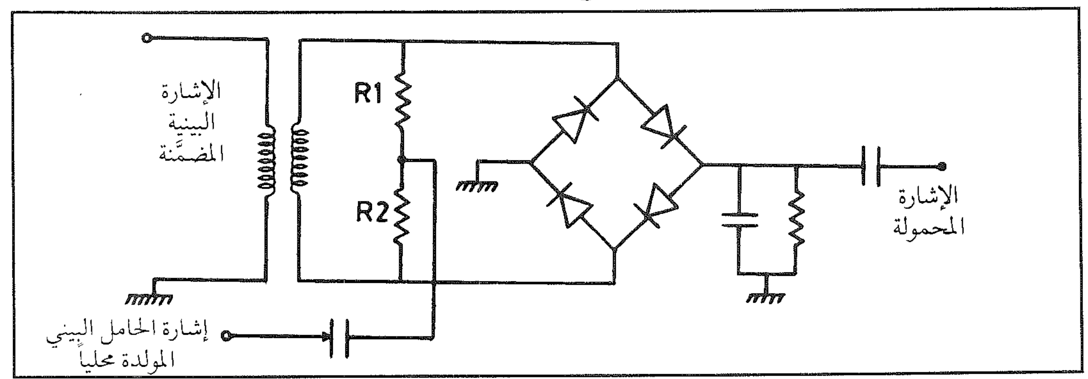
ب - كاشف تضمين الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة

(Single Side Band-Suppressed Carrier Detector)

إذا استخدمنا الكاشف السابق لكشف تضمين الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة، فلا يظهر في خرج الكاشف أي شيء؛ وذلك لأن المواسع الذي كان يعمل دارة قصر على تردد الإشارة الحاملة سيعمل أيضاً دارة قصر لترددات النطاق الجانبي، وعلى هذا فلا بدّ من إيجاد طريقة أخرى لكشف تلك الإشارات.

وتتلخص تلك الطريقة بأننا نولد إشارة جديدة في جهاز الاستقبال بتردد مساوٍ لتردد الإشارة البينية، وتسمى الإشارة الجديدة إشارة الحامل البيني المولدة محلياً.

تدخل الإشارة البينية وإشارة الحامل البيني المولدة محلياً إلى دارة كاشف عادي، وبذلك يعمل الكاشف عمل دارة مازج أو مضمِّن، فيعطي في خرجه النطاقين الجانبيين العلوي والسفلي. وما يهمنا تأكيده هو أن النطاق الجانبي السفلي هو نطاق الإشارة المحمولة. وباستخدامنا مرشح تمرير مناسب فإننا نستخلص الإشارة المحمولة، بينما نحجب الإشارات الأخرى. ويوضح الشكل (١-٩) كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة المحذوفة.



الشكل (١-٩): دارة كاشف تضمين الاتساع ذو النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة

انظر إلى الشكل (١-٩) وأجب على الأسئلة الآتية:

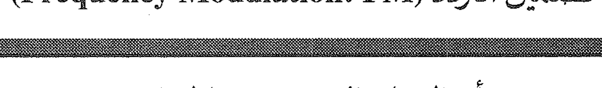
١ - لماذا تكون R1 = R2 ؟

٢ - هل تتماثل الثنائيات؟

٣ - هل يتشابه هذا الكاشف مع المضمّن في الشكل (١-٥)؟

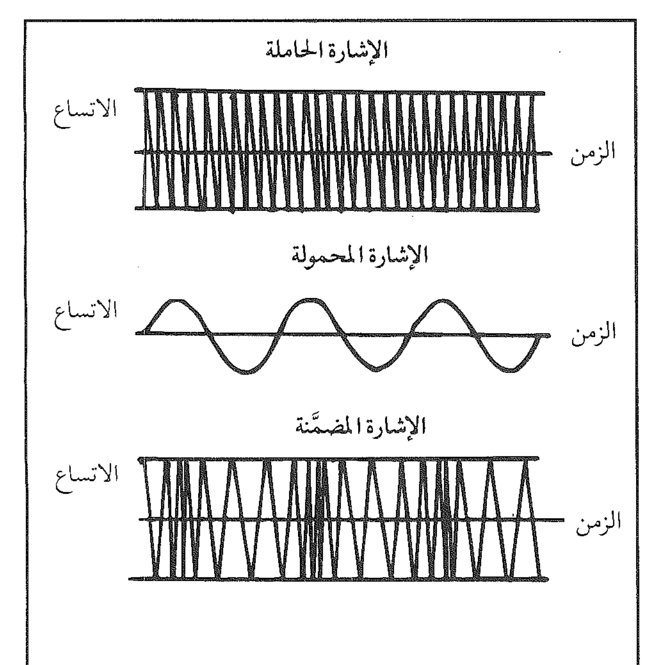
قضية للبحث

لماذا لا يُستخدم في الإرسال الإذاعي تضمين الاتساع ذو النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة بدلاً من تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة؟



٢ تضمين التردد (Frequency Modulation: FM)

يعرف تضمين التردد(FM) بأنه العملية التي يتم بوساطتها تغيير تردد الإشارة الحاملة تبعاً لتغيرات الإشارة المحمولة، بينما يبقى اتساع الإشارة الحاملة ثابتاً، كما هو موضح في الشكل (١-١٠).



الشكل (١-١٠): تضمين التردد

وكما يلاحظ من الشكل، فإنه تردد الإشارة الحاملة يزداد عبر النصف الموجب من الإشارة المحمولة، وينقص عبر النصف السالب. ويكون التغير أكبر ما يمكن عند الاتساع الأقصى الموجب للإشارة المحمولة.

يسمى مقدار التغير في تردد الإشارة الحاملة انحراف التردد (Frequency Deviation: Δf). أما معامل تضمين التردد (m_f) فهو النسبة بين انحراف التردد وتردد الإشارة المحمولة (fm).

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

مكونات الإشارة المضمَّنة ترددياً

إن تحليل المحتوى الترددي للإشارة المضمَّنة ترددياً يعطينا المكونات الآتية:

أ - الإشارة الحاملة الأصلية.

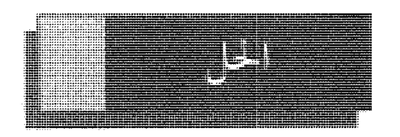
ب- إشارتان متساويتان في الاتساع وبتردد (f_c+f_m)، (f_c-f_m) حيث (f_c) تردد الإشارة الحاملة، و(f_m) تردد الإشارة المحمولة.

ج - إشارتان متساويتان في الاتساع وبتردد (f_c+2f_m)، (f_c-2f_m).

د - إشارتان متساويتان في الاتساع، وبتردد(f_c+3f_m)، (f_c-3f_m)... وهكذا. ومما يجدر ذكره أن اتساع الإشارات الجديدة يعتمد على معامل التضمين.

مثال ١ - ٢

إذا كان تـردد الإشارة المحمـولة = (١٠٠٠) هيرتـز، وتردد الإشـارة الحاملة = (٩٠٠٠٠) كيلـو هيرتز. احسـب المحتوى الترددي لتضمين التردد



بعد التضمين يتم الحصول على:

١ - إشارة حاملة بتردد (٩٠٠٠٠) كيلو هيرتز.

٢ - إشارتين بتردد (٩٠٠٠١، ٨٩٩٩٩) كيلو هيرتز.

٣ - إشارتين بتردد (٩٠٠٠٢، ٨٩٩٩٨) كيلو هيرتز.

٤ - إشارتين بتردد (٩٠٠٠٣، ٨٩٩٩٧) كيلو هيرتز... وهكذا.

ويوضح الشكل (١-١١) المحتوى الترددي لتضمين التردد.

ومن الـواضح أن النطـاق الترددي لتضمين التردد أكبر بكثير مـن النطـاق الترددي لتضمين الاتسـاع. وقد حـدد الاتحاد الـدولي للاتصالات على سبيـل المثال عرض النطـاق الترددي لإذاعـة تضمين التردد (FM) بمقـدار (١٨٠) كيلـو هيرتز. ولإيضـاح مبدأ عمل مضمّن التردد، فإننـا سنستخـدم المخطط الصنـدوقي كما هـو مـوضح في الشكل (١-١٢).

الاتساع

التردد (كيلوهيرتز)

٩٠٠٠٠

٨٩٩٩٩

٨٩٩٩٨

٨٩٩٩٧

٩٠٠٠١

٩٠٠٠٢

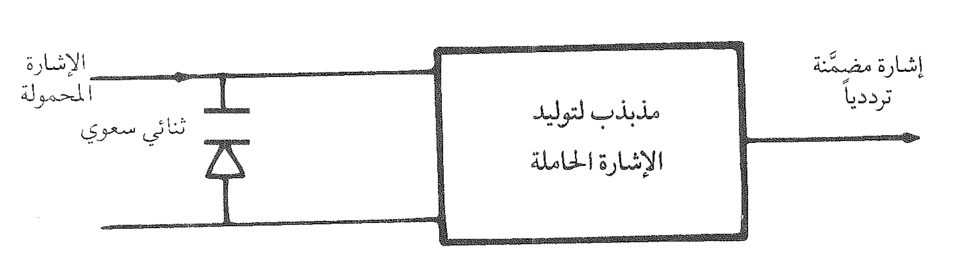
٩٠٠٠٣

الشكل (١-١١): المحتوى الترددي لتضمين التردد

إن مضمّن التردد هو مذبذب لتوليد الإشارة الحاملة، يتصـل على مدخله ثنائي سعوي متغير السعة الداخلية (Varactor) تبعاً لتغيرات الإشارة المحمولة، وبذلك يتغير تردد المذبذب؛ أي أننا نحصل على تضمين التردد.

وربما تسـأل: كيـف يبقـى اتساع الإشارة الحاملة ثابتاً؟

تستعمـل دارات التثبيـت التي درستها سـابقاً مع مضخمات الإشـارة التي تضخم الإشـارة المضمَّنة تـرددياً للمحـافظة على اتساع الإشارة الحاملة ثابتاً.



الشكل (١-١٢): مضمِّن التردد

النشاط ١ – ٣

قارن بين الصوت الذي تسمعه من إذاعة (FM) الأردنية والصوت الذي تسمعه من إذاعة (AM) الأردنية.

كشف تضمين التردد

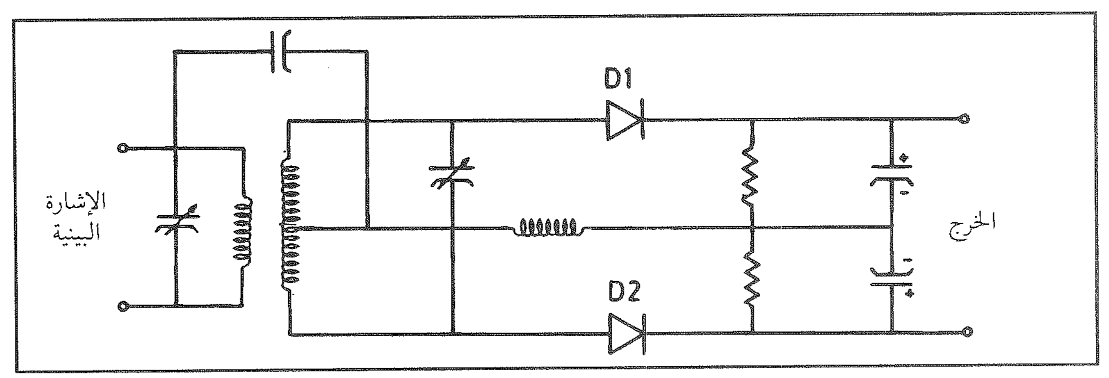
لقد صممت دارات عدة لكشف تضمين التردد، وستدرس الأنواع الآتية:

أ - كاشف فوستر سيلي

يسمى كاشف تضمين التردد المُميِّز (Discriminator)، ويتم عادة كشف تضمين التردد عن طريق تحويل تغيرات التردد إلى تغيرات في الاتساع، ثم استخدام كاشف تضمين الاتساع لكشف تلك التغيرات.

وهنا نسأل: كيف يمكن تحويل تغيرات التردد إلى تغيرات في الاتساع؟

يوضح الشكل (١-١٣) دارة كاشف فوستر سيلي. ويكون فيه توليف مدخل المحول ومخرجه متطابقاً مع تردد الإشارة البينية. وكنتيجة لطريقة ربط مدخل المحول ومخرجه بوساطة المواسع، فإن خرج المحول يكون مساوياً للصفر عند تردد الإشارة البينية.



الشكل (١-١٣): دارة كاشف فوستر سيلي

أما إذا كانت الإشارة البينية مضمَّنة ترددياً، فإن خرج المحول يعطي إشارات يتغير اتساعها حسب تغيرات التردد، وبذلك نكون قد حولنا تغيرات التردد إلى تغيرات اتساع يمكن كشفها بوساطة الثنائيين (D_1, D_2) ونحصل على الإشارة المحمولة في خرج الكاشف.

ومما يجدر ذكره أنه يسبق دارة المميز دارة محدد اتساع (Amplitude Limiter) حتى تمنع أي تغيرات في اتساع الإشارة البينية.

ب - كاشف النسبة

يعد كاشف النسبة (Ratio Detector) تطويراً لكاشف فوستر سيلي، ويمتاز عنه بأنه لا يحتاج إلى دارة محدد اتساع في مدخله، لأنه لا يتأثر بتغيرات اتساع الإشارة البينية. ويوضح الشكل (١-١٤) دارة هذا الكاشف. يلاحظ من الشكل أن الثنائيين (D_1, D_2) متصلان على التوالي مع خرج المحول، وأن خرج الكاشف يكون بين نقطتي اتصال (R_1, R_2) والمواسعين (C_1, C_2). تكون سعة المواسع (C_3) كبيرة نسبياً، فتعمل على تثبيت فرق الجهد على طرفي (R_1, R_2) وبالتالي

يكون خرج الكاشف ثابتاً، ولا يتغير حسب تغيرات اتساع الإشارة البينية. ومما يجب ذكره أننا نأخذ نسبة من الخرج الكلي على (C_3)، ومن هنا جاءت تسمية كاشف النسبة.

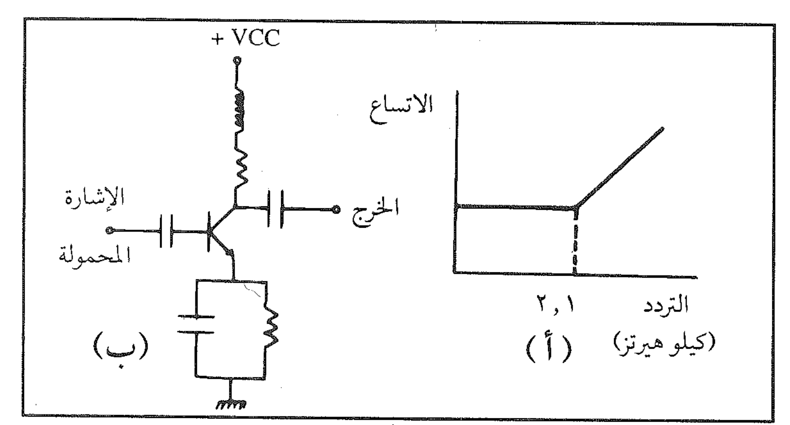
الشكل (١-١٤): دارة كاشف النسبة

رفع الذروة (Pre - emphasis)

لماذا يستخدم رفع الذروة؟

تستخدم دارة رفع الذروة الموضحة في الشكل (١-١٥) لتغيير اتساع الإشارة المحمولة قبل إدخالها إلى المضمّن الترددي، حيث تعمل على زيادة اتساع ترددات الإشارة المحمولة عند تردد معين (١ ,٢) كيلو هيرتز، وبذلك يكون تضخيم المضخم كما هو موضح في الشكل (١-١٥).

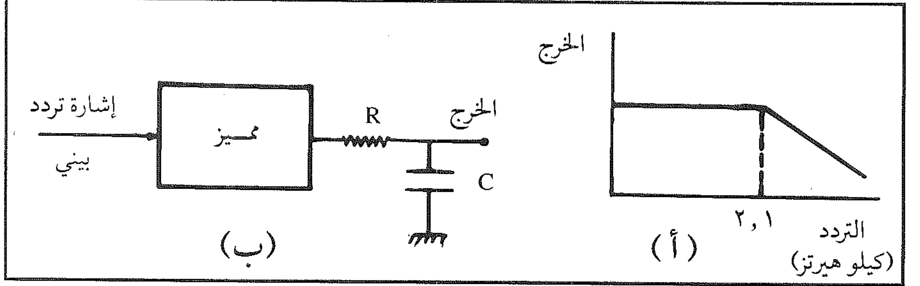
ومما يجب ذكره أن الملف هو ذلك العنصر الذي تزداد ممانعته بزيادة التردد.



الشكل (١-١٥): دارة رفع الذروة

خفض الذروة (De - emphasis)

إن خفض الذروة يعمل عكس عمل رفع الذروة؛ أي توهين اتساع ترددات الإشارة المحمولة التي تزيد عن تردد معين (١ ,٢) كيلو هيرتز مثلاً، وذلك بإضافة مقاومة ومواسع على خرج المميز، كما هو موضح في الشكل (١-١٦) بحيث يكون مقدار التوهين مساوياً مقدار زيادة الاتساع في رفع الذروة؛ أي أننا نعيد اتساع الإشارة المحمولة إلى حالته الأصلية. ولكن ماذا نستفيد من هذه العملية؟



الشكل (١-١٦):دارة خفض الذروة

يعمل الضجيج الموجود داخل أجهزة الاستقبال على تضمين الإشارة الحاملة تضميناً ترددياً. وعندما نوهّن الإشارة المحمولة الخارجة من المميّز، فإننا نوهّن الضجيج في الوقت نفسه. ولكن إذا تذكرنا أننا قد رفعنا سابقاً اتساع الترددات العالية في الإشارة المحمولة، فإننا في الحقيقة نكون قد وهّنا الضجيج فقط، وبذلك يقل الضجيج في خرج جهاز الاستقبال، مما يمكن من استقبال إشارات ضعيفة الشدة.

النشاط ١ - ٤

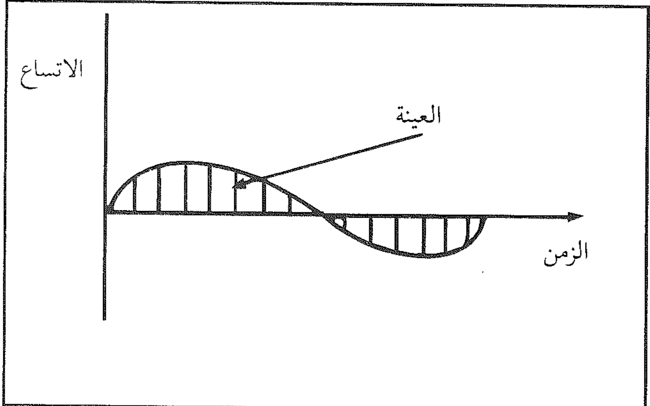
ارسم باستخدام راسم الاشارة تغير خرج المميّز عند تغير تردد إشارة التردد البيني.

٣ التضمين النبضي (Pulse Modulation)

هل من الضروري إرسال الإشارات بصورتها الكاملة؟

تنص نظرية المعلومات على أن إرسال المعلومات التي تتضمنها إشارة ما لا يقتضي إرسال الإشارة كاملة، حيث يكفي أخذ عينات لا يقل عددها عن ضعف أعلى تردد في تلك الإشارة. وبعد إرسال العينات بدلاً من الإشارة كاملة يمكن استرجاع الإشارة الكاملة باستخدام مرشح تمرير التردد المنخفض المناسب.

إن عملية أخذ العينات من الإشارة (Sampling) تعني قياس الاتساع اللحظي للإشارة التمثيلية على فترات متساوية، ولمدة زمنية تسمى عرض النبضة.



الشكل (١-١٧): أخذ العينات

انظر إلى الشكل (١-١٧): ماذا يمثل غلاف العينات؟

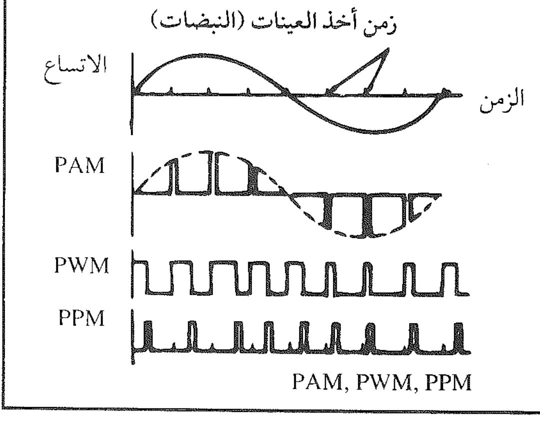
إن العينات الناتجة تكون مختلفة في الاتساع، وبذلك فإن غلافها يمثل الإشارة الأصلية.

إن عملية أخذ العينات قد يسرت عملية إرسال الإشارات، وعلى سبيل المثال سنشرح كيفية استخدام العينات لإرسال قناة هاتفية يمتد نطاق ترددها من (٣٠٠ - ٣٤٠٠) هيرتز.

إن الكلام العادي يحتوي على ترددات أعلى من (٣٤٠٠) هيرتز، وعلى ذلك فلا بد من استخدام مرشح تمرير منخفض يمنع مرور الترددات العالية التي تزيد على (٣٤٠٠) هيرتز قبل البدء بعملية أخذ العينات. ومن ناحية أخرى يمكن اعتبار التردد الأعلى في القناة الهاتفية مساوياً (٤٠٠٠) هيرتز، وبذلك فإن عدد العينات يساوي ٢ × ٤٠٠٠ = ٨٠٠٠ عينة في الثانية. وهذا هو الحد الأدنى من العينات لكل قناة هاتفية.

أنواع التضمين النبضي

يصنف التضمين النبضي تبعاً لخاصية النبضة (الإشارة الحاملة) التي نغيرها، ويوضح الشكل (١-١٨) الأنواع المختلفة من التضمين النبضي وهي:



الشكل (١-١٨): التضمين النبضي

أ - تضمين اتساع النبضة (Pulse Amplitude Modulation: PAM)

ما شكل الإشارة في تضمين اتساع النبضة؟

تتكون الإشارة الحاملة في تضمين اتساع النبضة من نبضات، تمكّن من الحصول على نبضات جديدة يتغير اتساعها تبعاً لاتساع الإشارة التمثيلية في لحظة تلك النبضة، وبذلك نحصل على نبضات مضمَّنة اتساعياً.

ب - تضمين عرض النبضة (Pulse Width Modulation: PWM)

بما أن عرض النبضة يُعد إحدى خواصها، فإنه في هذا التضمين يتغير عرض النبضة تبعاً لاتساع العينة، بينما يبقى

اتساع النبضة ثابتاً.

ج - تضمين موقع النبضة (Pulse position Modulation: PPM)

في تضمين موقع النبضة يبقى اتساع النبضة وعرضها ثابتين، بينما يتغير موقع النبضة بالنسبة لمحور زمني يتغير حسب اتساع العينة.

٤ التضمين الرقمي (Digital Modulation)

ما التضمين الرقمي؟ وما ميزاته؟

يعرّف التضمين الرقمي بأنه طريقة لتمثيل اتساع العينة مثلاً بقيمة رقمية تمثَّل بالنظام الثنائي لتمثيل الأعداد بعدد من النبضات. وقد أصبح هذا النوع من التضمين أهم طريقة لنقل الخدمات الهاتفية، وتزداد أهميته يوماً بعد يوم للأسباب الآتية:

أ - في الاتصالات بعيدة المدة، يمكن إعادة توليد الإشارة بوساطة المعيدات (Repeaters) حيث لا يتراكم تأثير التشويش.
ب - سهولة تصنيع أجهزة التضمين الرقمي بسبب إمكانية استخدام الدارات الرقمية المتكاملة، وبالتالي زيادة الوثوقية.
ج - تخزين الإشارة بسبب سهولة تخزين الأرقام التي تمثلها.
د - خفض تأثير التداخلات باستخدام الرموز المناسبة لهذه الغاية.

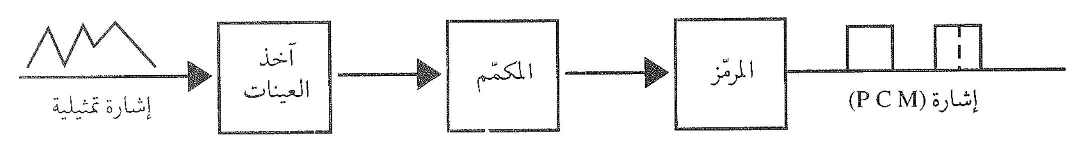
وستدرس الأنواع الآتية من التضمين الرقمي:

أ - التضمين النبضي المرمّز (Pulse Code Modulation)

إن أي إشارة تمثيلية يمكن إرسالها بأخذ عينات منها موزعة على فترات زمنية محددة، على أن يكون عددها في الثانية مساوياً ضعف أعلى تردد في الإشارة التمثيلية، وكذلك فإن عينات القناة الهاتفية هي (٨٠٠٠) عينة/ الثانية.

وإن الزمن بين العينة والأخرى = $\frac{\text{١ ثانية}}{\text{٨٠٠٠}}$ = ١٢٥ ميكرو ثانية.

تسمى الطريقة التي يتم فيها تحويل العينات إلى إشارة رقمية الترميزالنبضي، وتتم هذه الطريقة عبر عمليات عدة تمر بها الإشارة التمثيلية، كما هو موضح في الشكل (١-١٩). وكما هو معلوم، فإن العينات الناتجة من أخذ العينات لا تكون متساوية الاتساع، ولذلك فإن المكمّم يقرب العينة إلى أقرب مستوى من المستويات الثابتة التي يقسم إليها الاتساع الأقصى للإشارة التمثيلية. وكنتيجة نهائية، فإن المرمّز يضع رمزاً مكوناً من ثماني نبضات لكل عينة، وعلى هذا فإن المكالمة الهاتفية تحتوي على (٨×٨٠٠٠ = ٦٤٠٠٠) نبضة في الثانية.

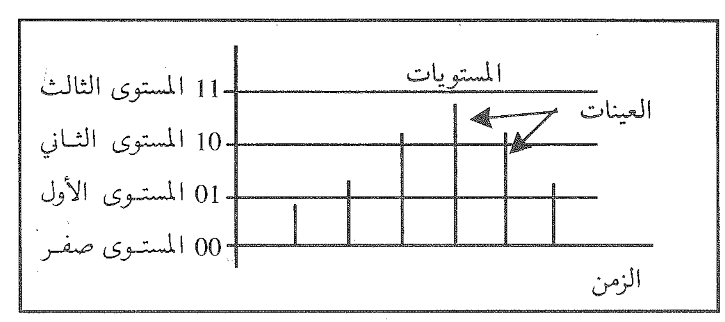


الشكل (١-١٩): مخطط صندوقي للتضمين النبضي المرمّز

تسمى عملية تحديد المستويات التكميم (Quantization) وأما عملية تحويل مستوى العينة إلى رقم فتسمى الترميز (Coding).

ومما يجدر ذكره أن النظام الثنائي لتمثيل الأرقام يتكون من الصفر (0) والواحد (1).

وعلى سبيل المثال إذا مثلنا الإشارة التمثيلية بأربعة مستويات، فإننا نحتاج نبضتين كما هو موضح في الشكل (١-٢٠).



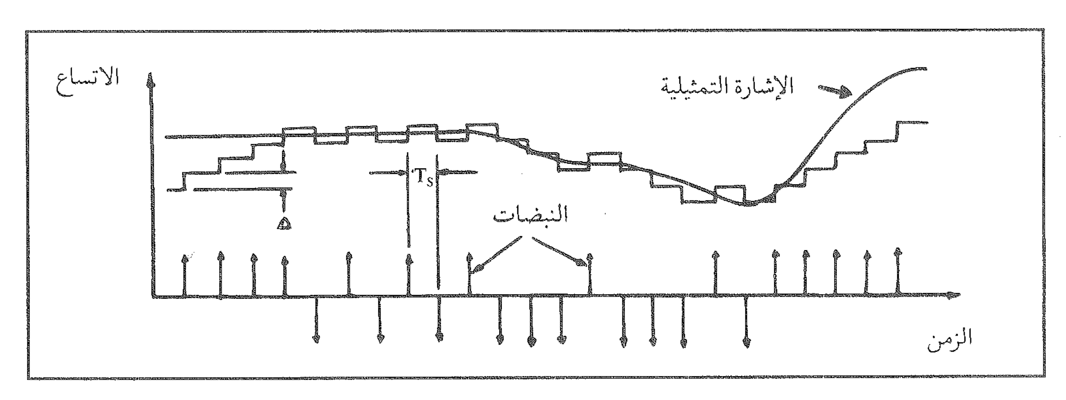
الشكل (١-٢٠): تحديد المستويات في التضمين النبضي المرمّز

قضية للمناقشة

ادرس تأثير تقريب العينات إلى المستويات على دقة التضمين النبضي المرمز.

ب - تضمين دلتا (Delta Modulation: DM)

إن إحدى مساوىء التضمين النبضي المرمَّز على الرغم من انتشاره الواسع، هو استخدامه نطاقاً ترددياً واسعاً. وقد تم تطوير نوع آخر من التضمين الرقمي يسمى تضمين دلتا أو تضمين الفرق. فمثلاً بدلاً من إرسال العينة ممثلة بثماني نبضات حسب نظام التمثيل الثنائي، فإنه ترسل نبضة واحدة تكون موجبة إذا كانت العينة الثانية أكبر اتساعاً من العينة الأولى. بينما ترسل نبضة سالبة إذا كان الفرق سالباً بين العينة والعينة التي تليها؛ أي أن العينة الثانية أصغر من الأولى، وذلك كما هو موضح في الشكل (١-٢١).



الشكل (١-٢١): تضمين دلتا

وكما يتضح من الشكل فإن الإشارة المضمَّنة تصبح على شكل نبضات موجبة أو سالبة فقط، ولهذا تتميز الدارات الإلكترونية المستخدمة في هذا النوع من التضمين بسهولة التركيب والتصنيع.

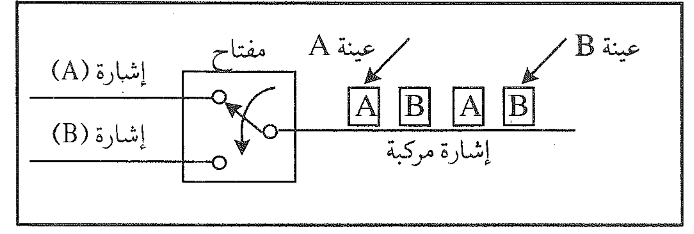
في طرف الاستقبال يتم إدخال الإشارات المضمَّنة إلى مكامل (Integrator)، ومن ثم عبر مرشح تمرير منخفض لاستخلاص الإشارة الأصلية.

ثالثاً الإرسال المتعدد (Multiplexing)

يقصد بالإرسال المتعدد بأنه الطريقة التي تمكننا من إرسال إشارات عدة؛ قنوات هاتفية على سبيل المثال، وذلك للاستفادة القصوى من سعة النطاق الترددي لخط النقل التي تكون أكبر بكثير من النطاق الترددي لقناة هاتفية. ويوجد نوعان من الإرسال المتعدد هما:

١ التقسيم الزمني (Time Division Multiplexing:TDM)

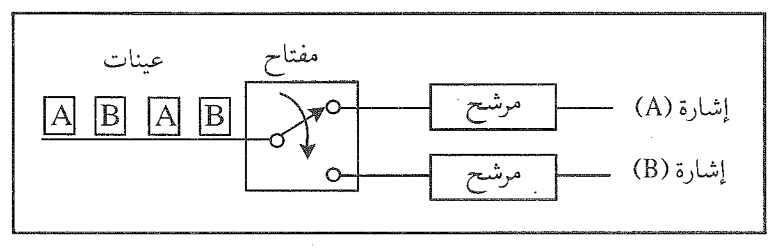
هي الطريقة التي يتم بوساطتها إرسال عينة من إشارة، ثم تليها عينة أخرى من إشارة ثانية، ثم عينة من الإشارة الأولى... وهكذا، وذلك للاستفادة من الزمن بين أخذ عينة في التضمين النبضي والعينة التي تليها، كما في حالة (PAM) مثلاً. و إن الزمن بين العينات كبير (١٢٥ ميكرو ثانية) مقارنة بعرض نبضة العينة. إن التقسيم الزمني يمكننا من تشكيل إشارة جديدة من عينات من إشارات مختلفة، كما هو موضح في الشكل (١-٢٢).



الشكل (١-٢٢): التقسيم الزمني

إذا افترضنا أن الإشارتين (A,B) هما قناتان هاتفيتان، وطبقاً لنظرية أخذ العينات السابقة، يصبح عدد العينات في الثانية مساوياً مجموع عينات القناة الأولى مضافاً إليه مجموع عينات القناة الثانية؛ أي (٨٠٠٠+٨٠٠٠= ١٦٠٠٠) عينة في الثانية، وسرعة دوران المفتاح هو (١٦٠٠٠) دورة في الثانية.

أما في جهة الاستقبال، فيستخدم مفتاح يعمل بشكل متزامن مع المفتاح في جهة الإرسال وذلك لفصل العينات، وباستخدام المرشح المناسب، يتم استخلاص الإشارات السابقة كما هو موضح في الشكل (١-٢٣).



الشكل (١-٢٣): مستقبل التقسيم الزمني

في الأشكال السابقة يمثل المفتاح آخذ العينات في التضمين النبضي، وأن عرض نبضة العينة يمثله الزمن الذي يبقى فيه المفتاح ملامساً خط إشارة (A) على سبيل المثال.

قضية للمناقشة

ادرس تأثير اختلاف سرعة دوران المفتاح في الشكل (١-٢٢) عنه في الشكل (١-٢٣).

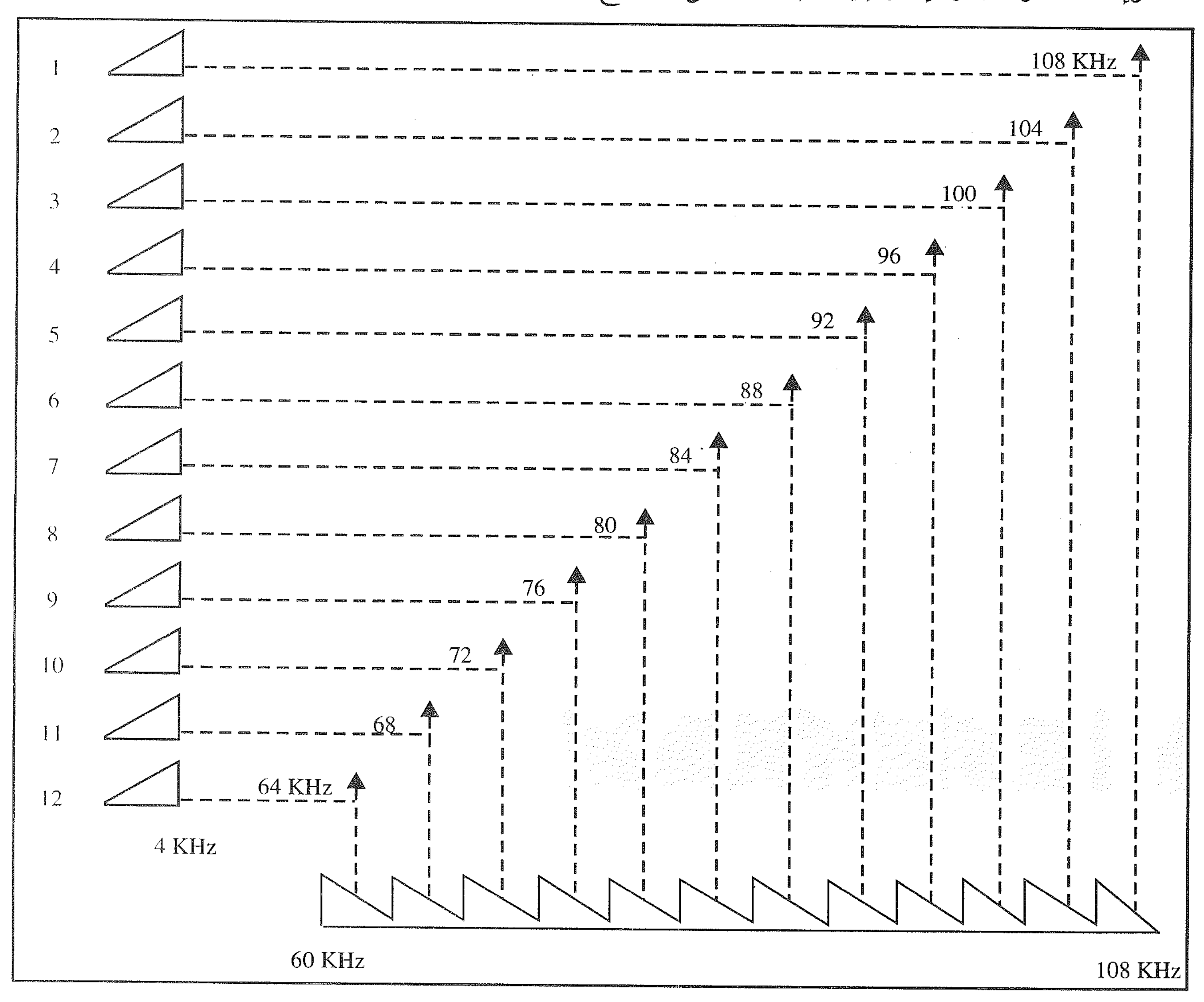
٢ التقسيم الترددي (Frequency Division Multiplexing:FDM)

ذكرنا سابقاً أن النطاق الترددي للقناة الهاتفية العادية هو من (٣٠٠ - ٣٤٠٠) هيرتز، كما أن النطاق الترددي لشبكات النقل المختلفة أكبر من ذلك بكثير. ولذلك نقوم بتجميع عدد من القنوات الهاتفية بنسق معين تسهيلاً للتعامل معها في طرف الإرسال والاستقبال، وذلك للاستفادة القصوى من النطاق الترددي المتاح لشبكة الاتصالات المحملة. لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات المواصفات المتعلقة بتجميع القنوات حتى يتم الاتصال بين شبكات الاتصال في الدول المختلفة.

أ - تجميع المجموعة الأولية (First Group)

تتكون المجموعـة الأولية من (١٢) قناة هاتفية، حيث يحجـز لكل قناة نطاق قدره (٤) كيلـو هيرتز لمنع التداخل بين القنوات، وبذلك يصبح النطاق الترددي للمجموعة الأولية (١٢×٤=٤٨) كيلو هيرتز.

وباستخدام التضمين الاتسـاعي بحزمة جانبية مفردة ذات الحاملـة المحذوفة (SSB-SC) يتم وضع القنوات السابقة ضمن النطـاق الترددي (٦٠-١٠٨) كيلوهيرتـز، وذلك كما هو مبين في الشكل (١-٢٤) حيث نحتـاج إلى (١٢) حامـلاً فـرعياً يتم الحصـول عليها من إشـارة المذبذب الـرئيس بطريقـة المضاعفـات للإشـارة ذات التردد (٤) كيلو هيرتـز . إن مرشحات التمريـر البينية المصمّمة بدقة تختار حامل كل قناة على حـدة والذي يستخدم في عمليات التضمين . والحوامل هي: (٦٤، ٦٨، ٧٢، ٨٠، ٨٤، ٨٨، ٩٢، ٩٦، ١٠٠، ١٠٤، ١٠٨) كيلـو هيرتز، ولتسهيل أعمال المراقبـة على المجموعـة الأولية، يتم إرسـال إشارة تسمى إشـارة الدليل (Pilot) بتردد (٨٠ , ٨٤) كيلوهيرتـز، حيث يمكن تعرّف وضع المجمـوعة الأوليـة عن طـريق قياس مستوى إشـارة الـدليل، وإذا اكتشف أي خطأ في تلك القيـاسات يجري تحديـد مصـدر الخطأ وإصلاحه. ومما تجدر الإشارة إليه أن إشارة الدليل تستخرج أيضاً من إشارة المذبذب الرئيس.

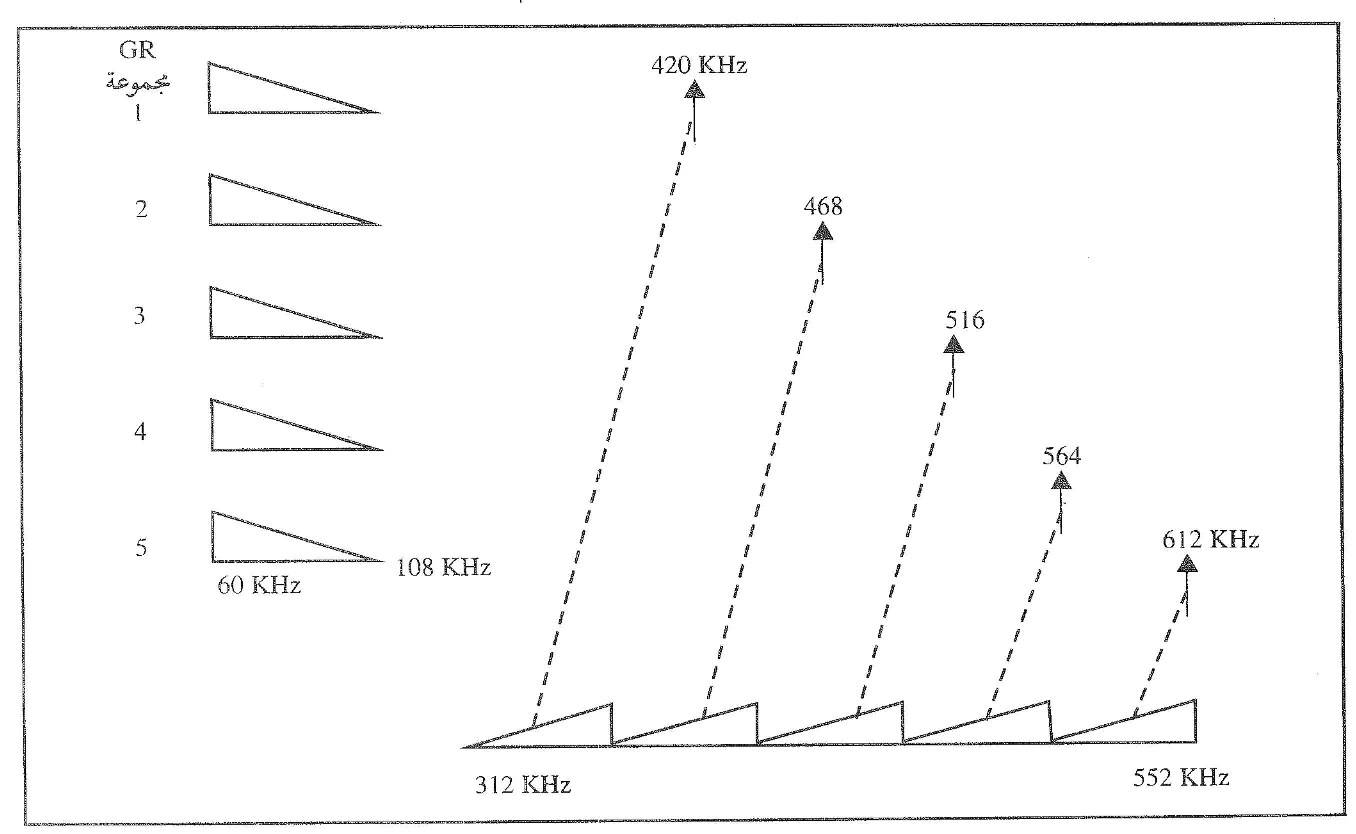


الشكل (١-٢٤): تجميع المجموعة الأولية

ب – تجميع المجموعة الثانوية (Super Group)

تمثل المجموعـة الثانـوية المرحلة التـالية للمجمـوعة الأولى، وتتكون من خمس مجمـوعات أوليـة؛ أي أنها تحتوي على (٦٠) قناة هاتفية مـوزعة على المجموعة الأولى حتى المجموعة الخامسـة ضمن النطاق الترددي (٣١٢-٥٥٢) كيلوهيرتز. يوضح الشكل (١-٢٥) كيفيـة تجميع المجموعة الثانـوية باستخدام خمسـة مضمّنات اتسـاع بحزمة جـانبية مفردة ذات الحاملـة المحذوفـــة (SSB-SC) على حوامـل بترددات (٤٢٠، ٤٦٨، ٥١٦، ٥٦٤، ٦١٢) كيلو هيرتز. وكما هـو متبع في استخلاص الحوامل في المجموعة الأولية، فإن إشارات الحوامل تستخلص من إشـارة المذبذب الرئيس بطريقة مضاعفات التردد (١٢) كيلو هيرتز والمرشحات المناسبة.

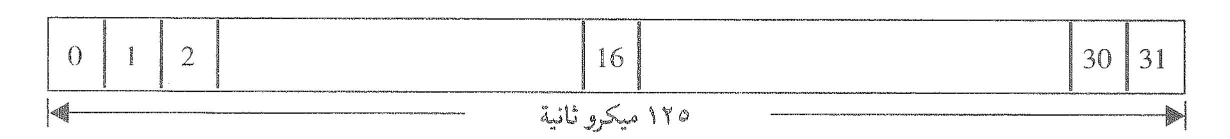
تتضمن هذه المجموعة إشارة دليل بتردد (٩٢, ٤١١) كيلوهيرتز يتم استخلاصها أيضاً من إشارة المذبذب الرئيس.



الشكل (١-٢٥): تجميع المجموعة الثانوية

رابعاً تشكيل الإطار

يعرّف الإطار بأنه فترة زمنيـة محددة تبدأ بإشارة ضبط الإطار وتليها عينات من قنوات هاتفيـة عدة. ولأن الفترة الزمنية بين كل عينة وأخرى هي (١٢٥) ميكـرو ثانية، وهي فترة كبيرة يمكن استغلالها لإرسـال عينات من قنوات هاتفيـة أخرى تأخذ كل عينة منها فترة زمنية محددة تسمى (Time Slot). ومما يجب ذكره أنه تضاف معلومـات أخرى إلى عينات القنوات الهاتفية لضبط سرعة الإرسال والاستقبال في كل طـرف، وكذلك إشارات ترقيم (Signalling) تبين حالة هـواتف المشتركين مثلاً. ويسمى هذا الترتيب إطار الترميز النبضي، ويمثل الشكل (١-٢٦) إطاراً لثلاثين قناة هاتفية.



الشكل (١-٢٦): تشكيل إطار الترميز النبضي

إن وظيفة المعلومات في الفترة الزمنية (0) التي تسمى إشارة ضبط الإطار هي لضبط سرعة الإرسال والاستقبال. المعلومات في الفترة الزمنية (15 - 1) هي عينات القنوات الهاتفية من (١ – ١٥).

والمعلومات في الفترة الزمنية (16) هي إشارات الترقيم (مثلاً الإشارات التي تمثل حالة الرقم المطلوب). وأخيراً المعلومات في الفترة الزمنية (31 - 17) هي عينات القنوات الهاتفية من (١٦–٣٠).

النشاط ١ – ٥

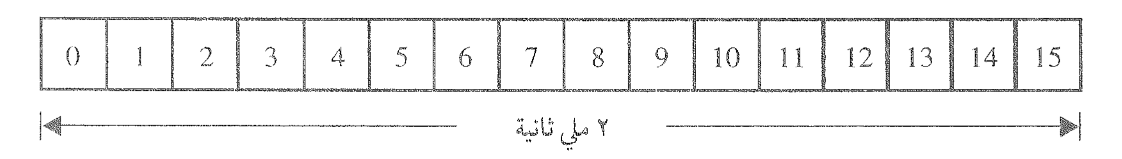
بالاستعانة بأحد المراجع المختصة، ارسم إطاراً جديداً لنظام الترميز النبضي.

خامساً تشكيل الإطارات المتعددة

بتجميع عدد من الإطارات يمكن تشكيل الإطارات المتعددة والتي تتكون من (١٦) إطاراً ترقم من (15 - 0) وبذلك فإن الفترة الزمنية للإطارات المتعددة تساوي:

(١٦ × ١٢٥ ميكرو ثانية) = (٢٠٠٠) ميكرو ثانية = (٢) ميلي ثانية.

تختلف الإطارات المتعددة عن بعضها، فإشارة ضبط الإطار ترسل في الإطارات الزوجية فقط. أما في الإطارات الفردية فترسل معلومات أخرى عن حالة الأجهزة كالإنذار، ويوضح الشكل (١–٢٧) إطاراً متعدداً. وتجدر الإشارة إلى أن إشارة ضبط الإطار المتعدد ترسل في الفترة الزمنية (0).



الشكل (١–٢٧): الإطار المتعدد

سادساً التجميع الرقمي

كيف يمكن تجميع أكثر من ثلاثين قناة هاتفية؟

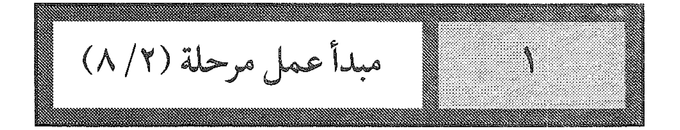
من المعلوم أنه يمكن حساب سرعة إرسال (٣٠) قناة هاتفية من العلاقة:

السرعة = عدد العينات × عدد النبضات التي تمثل العينة × عدد الفترات الزمنية.

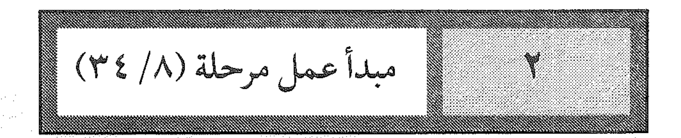
= (٨٠٠٠ × ٨ × ٣٢) = (٢٠٤٨٠٠٠) نبضة/ الثانية.

وذلك لأن عدد القنوات الهاتفية = (٣٠) وقد أضيف إليها فترة زمنية لضبط الإطار وفترة زمنية للترقيم، وبذلك أصبح عدد الفترات الزمنية = ٣٢ .

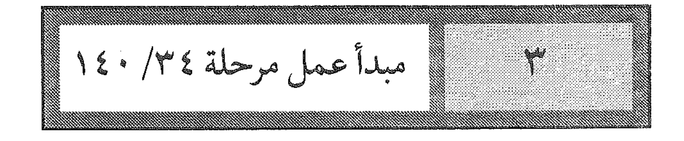
وبطريقة أخرى، فإن سرعة الإرسال = (٢) ميجابت/ الثانية تقريباً.



لعل من الواضح أنه يمكن استخدام مبدأ التجميع الرقمي (باستخدام التقسيم الزمني) لتجميع عدد أكبر من القنوات الهاتفية، وذلك إذا اعتبرنا أن السرعة (٢) ميجابت وحدة واحدة، وبالتالي يمكننا تجميع أربعة أنظمة (٢) ميجابت لنحصل على نظام جديد بسرعة (٨) ميجابت تقريباً، وبذلك تسمى هذه المرحلة (٢/ ٨) وتكون السرعة = (٨,٤٤٨) ميجابت.



إذا جمعنا أربعة أنظمة بسرعة (٨) ميجابت تقريباً، فإننا نحصل على نظام جديد بسرعة (٣٤) ميجابت، ويسمى (٨/ ٣٤) وتكون سرعته (٣٤,٣٦٨) ميجابت.

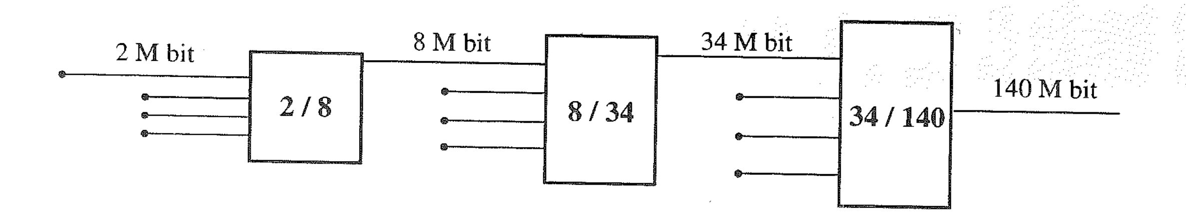


وبالطريقة نفسها إذا جمّعنا أربعة أنظمة بسرعة (٣٤) ميجابت، فإننا نحصل على نظام جديد آخر بسرعة (١٤٠) ميجابت تقريباً، وتكون السرعة (٢٦٤، ١٣٩) ميجابت.

يوضح الجدول (١-١) السرعات المختلفة لمراحل التجميع، وعدد القنوات الهاتفية والنطاق الترددي، كما يوضح الشكل (١-٢٨) مراحل التجميع الرقمي المختلفة.

الجدول (١-١): مراحل التجميع الرقمي

المرحلة	سرعة الإرسال	عدد القنوات	النطاق الترددي
الأولى	٢,٠٤٨ ميجابت	٣٠	(١) ميجا هيرتز
الثانية	٨,٤٤٨ ميجابت	١٢٠	(٤,٢) ميجا هيرتز
الثالثة	٣٤,٣٦٨ ميجابت	٤٨٠	(١٧) ميجا هيرتز
الرابعة	١٣٩,٢٦٤ ميجابت	١٩٢٠	(٦٩,٦) ميجا هيرتز



الشكل (١-٢٨): مراحل التجميع الرقمي

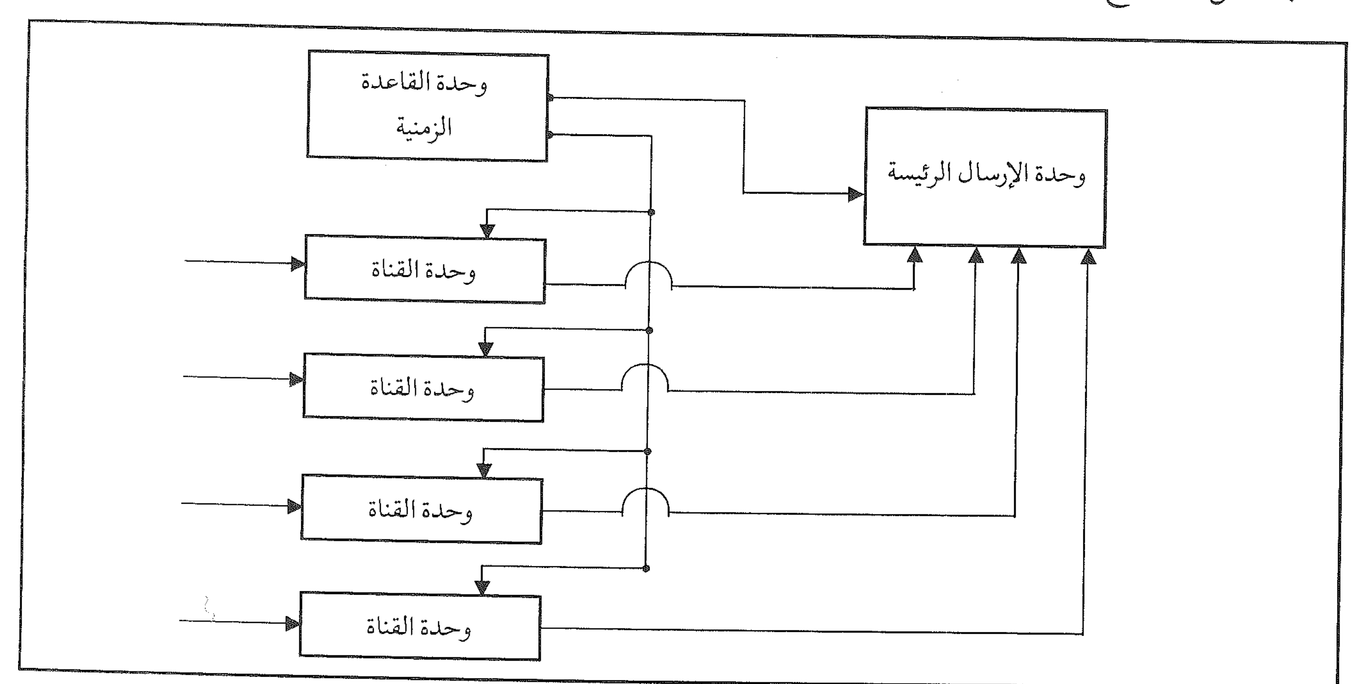
أجهزة التجميع الرقمي

تتكون أجهزة التجميع الرقمي كما هو موضح في الشكل (١-٢٩) من الوحدات الأساسية الآتية:

١ - **وحدة القاعدة الزمنية (Time Base)**: وتتكون من مذبذب بلوري رئيس يعمل على سرعة إشارة التجميع، فمثلاً يستخدم التردد (٨, ٤٤٨) ميجا هيرتز لمرحلة (٢/ ٨) والتردد (٣٤, ٣٦٨) ميجا هيرتز لمرحلة (٨/ ٣٤) والتردد (١٣٩, ٢٦٤) ميجا هيرتز لمرحلة (٣٤/ ١٤٠). كما تحتوي وحدة القاعدة الزمنية على مراحل تقسيم التردد المختلفة، وذلك لاستخراج الإشارات اللازمة لكل مرحلة، بالإضافة إلى إشارات ضبط الإطار .

٢ - **وحدة القناة**: ويتم في هذه الوحدة تهيئة الإشارة الداخلة لغايات التجميع كتحويل إشارات الترميز إلى إشارة ترميز موحدة.

٣ - **وحدة الإرسال الرئيسة**: ويتم في هذه الوحدة إجراء عمليات التجميع الرقمي للإشارات الأربع، بحيث تؤخذ عينة من الإشارة الأولى تليها عينة من الإشارة الثانية ... وهكذا، حتى الإشارة الرابعة. ولتعرّف مكونات النبضات الخارجة من جهاز التجميع، يتم تقسيم الإشارة إلى إطارات يفصل بينها إشارة ضبط الإطار اللازمة لضبط سرعة الإرسال والاستقبال بالشكل الصحيح.



الشكل (١-٢٩): المخطط الصندوقي لجهاز التجميع الرقمي

لقد درست سابقاً أنواع خطوط النقل المستخدمة في الشبكات الهاتفية لربط المواقع المختلفة، ونستذكر منها الكبول متعددة الأزواج، والكبول المحورية، وكبول الألياف الضوئية. ويستطيع كل من هذه الكبول نقل العديد من القنوات الهاتفية باستخدام أجهزة التجميع والإرسال (الأجهزة الطرفية) المناسبة، فمثلاً يمكن ربط نظام التضمين النبضي المرمّز بسرعة (٢) ميجابت على كبول متعددة الأزواج، حيث يمكن إعادة توليد الإشارة من جديد باستخدام المعيدات التي تركب على مسافات متساوية بحدود (٢) كم تقريباً.

تغذى المعيدات بالطاقة الكهربائية اللازمة عن طريق وحدات التغذية عند الأطراف، ويربط مصدر التغذية بالتيار المستمر عبر زوجي الإرسال والاستقبال. أما المعيدات فتربط على التوالي مع هذا المصدر. وفي حالة الكبول المحورية، يستخدم زوج من الكبول المحورية، وتربط الأجهزة الطرفية التي غالباً ما تعمل على سرعة (١٤٠) ميجابت.

تستخدم المعيدات على مسافة (٢) كم لإعادة تقوية الإشارة وبثها من جديد، كما يجري تغذية المعيدات بالطاقة الكهربائية بمصدر تيار مستمر يتم تركيبه عند الأجهزة الطرفية . ومما تجدر الإشارة إليه أن الكبل المحوري بقياس (٢,١ × ٤,٤) مم هو الأكثر استخداماً.

أما فيما يتعلق باستخدام كبول الألياف الضوئية، فيتم ربط ليفين ضوئيين؛ أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال، وتستخدم عادة الألياف ذات النسق المفرد (Single Mode Fiber) لغايات الاتصال. تربط الوحدات الطرفية التي تعمل على الموجتين (١٣٠٠) نانوميتر أو (١٥٠٠) نانوميتر، وغالباً ما تستخدم السرعات: (٨، ٣٤، ١٤٠) ميجابت. أما أهم ميزات الألياف الضوئية هي قلة التوهين، وبالتالي لا تستخدم المعيدات للمسافات التي تقل عن (٥٠) كم، وبذلك يمكن تنفيذ الوصلات الضوئية سواء أكان داخل المدن أم خارجها دون تركيب معيدات إلا في الحالات النادرة.

إشارات الترميز

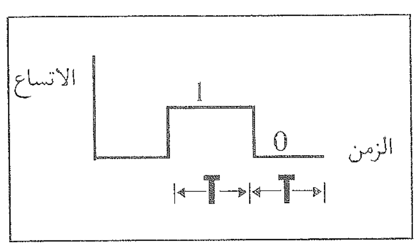
لماذا نحتاج إلى إشارات الترميز؟

تستخدم إشارات الترميز لمعالجة الإشارة الرقمية الخارجة من جهاز التجميع، وذلك لتقليل النطاق الترددي ليتلاءم مع النطاق الترددي لكبول النقل، أو لجعل الإشارة النهائية خالية من مركبة التيار المستمر (Direct Current Component) وبذلك يمكن استخدام المحولات كوسيلة ربط لوحدات التغذية الكهربائية.

ومن أكثر الرموز استخداماً الأنواع الآتية:

١ - إشارة عدم العودة إلى الصفر (Non Return Zero: NRZ)

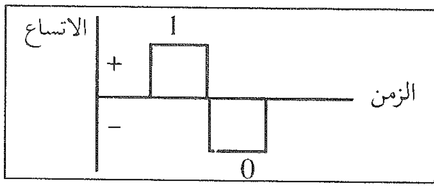
وتعد هذه الإشارة أبسط الإشارات المستخدمة؛ حيث يمثل العدد المنطقي (1) بفولطية معينة طوال الفترة الزمنية للنبضة؛ بينما يمثل العدد المنطقي الصفر (0) بفولطية تساوي صفراً مثلاً، كما هو موضح في الشكل (١-٣٠).



الشكل (١-٣٠): إشارة NRZ

ومن الواضح أن هذا الترميز يعتمد على قيمة الفولطية للتفريق بين العدد المنطقي (1) والعدد المنطقي (0). ولهذا تسمى الإشارة أحياناً الإشارة الأحادية القطبية (Unipolar).

ومن جهة أخرى فإننا نستطيع أن نمثل العدد المنطقي (1) بمرور تيار (Current) والعدد المنطقي (0) بانقطاع التيار (No Current). إن من عيوب هذه الطريقة وجود مركبة تيار مستمر، ولهذا لا تستخدم للبث عبر الكبول.

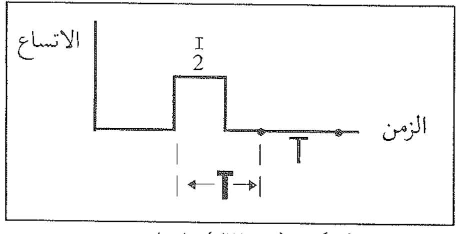


الشكل (١-٣١): إشارة ثنائي القطبية

توجد طريقة أخرى للتمثيل وهي استخدام فولطية معينة لتمثيل العدد المنطقي (1) وفولطية أخرى مخالفة في القطبية لتمثيل العدد المنطقي (0) كما هو موضح في الشكل (١-٣١).

تسمى هذه الطريقة ثنائية القطبية (Bipolar) وتمتاز بخلوها من مركبة التيار المستمر، وتستخدم على نطاق واسع للإرسال عبر الكبول متعددة الأزواج والكبول المحورية.

٢ - إشارة العودة إلى الصفر (Return to Zero: RZ)

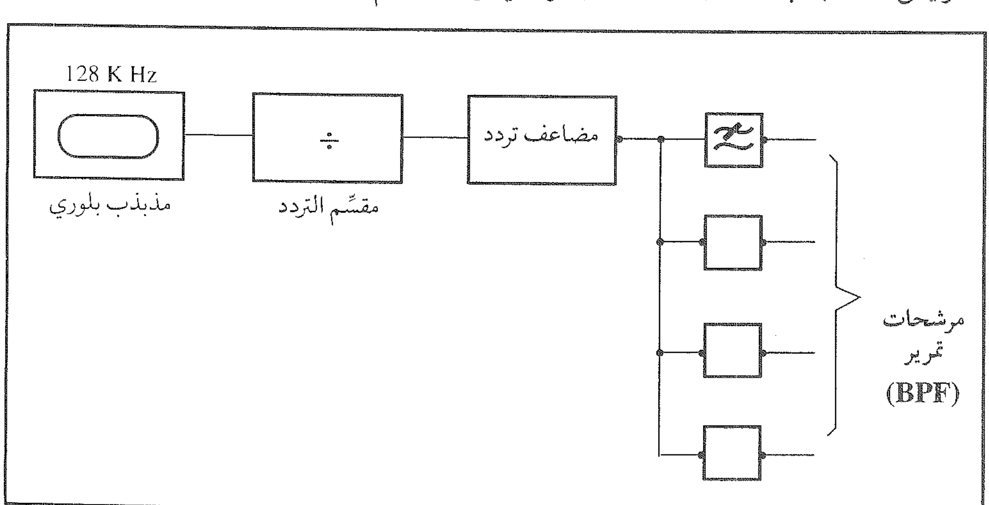


الشكل (١-٣٢): إشارة RZ

في حالة (RZ) تتغير قيمة الفولطية التي تمثل العدد المنطقي (1) في أثناء الفترة الزمنية المخصصة، بحيث تصبح صفراً بعد مرور ($\frac{T}{2}$) وذلك كما هو موضح في الشكل (١-٣٢). يمتاز هذا التمثيل بأنه يقلل المركبة المستمرة للتيار، ولكنه يزيد النطاق الترددي للإشارة.

ثامناً المذبذب الرئيس

تحتوي أجهزة التجميع التمثيلي على وحدة مذبذب رئيس ذات استقرار ترددي عالٍ باستخدام البلورة في دارات المذبذب. وفي العادة يكون التردد الرئيس للمذبذب مساوياً (١٢٨) كيلو هيرتز. تستخدم دارات قسمة التردد للحصول على تردد (٤) كيلو هيرتز، ثم باستخدام مضاعفات التردد (Harmonic Generators) يتم توليد الترددات المناسبة، كما هو موضح في الشكل (١-٣٣). حيث يتم فصلها باستخدام المرشحات المناسبة لكل تردد.



الشكل (١-٣٣): المخطط الصندوقي للمذبذب الرئيس

النشاط ١ - ٦

زر مؤسسة الاتصالات/ دائرة الاتصالات المحملة، وتعرف أجهزة الإرسال المتعدد.

أسئلة وتمرينات

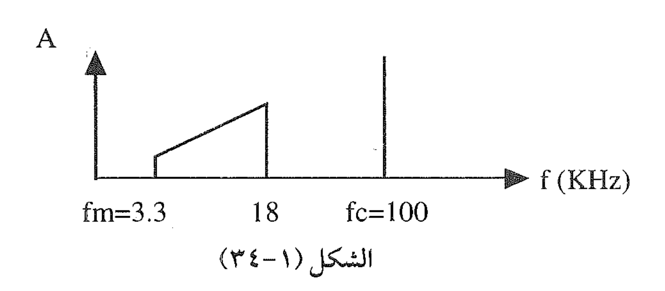
١ - اشرح مستعيناً بالرسم معنى التضمين.

٢ - اذكر أهمية عملية التضمين.

٣ - عرف باختصار تضمين الاتساع، وارسم أشكال الموجات فيه.

٤ - إذا كان تردد الإشارة الحاملة (f_c)، وتردد الإشارة المحمولة (f_m)، ارسم المحتوى الترددي لإشارة تضمين الاتساع.

٥ - في الشكل (١-٣٤) احسب تردد النطاق الجانبي العلوي للإشارة المضمَّنة اتساعياً.



الشكل (١-٣٤)

٦ - قارن بين تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة، وتضمين الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة.

٧ - ارسم دارة تضمين الاتساع ذي النطاقين الجانبيين والحاملة المحذوفة وارسم إشارة خرجه.

٨ - اشرح مستعيناً بالرسم كيفية الحصول على إشارة مضمّنة اتساعياً ذات نطاق جانبي سفلي وحاملة محذوفة.

٩ - اشرح باستخدام دارة كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة عملية الكشف.

١٠ - اشرح مستعيناً بالرسم فكرة كشف الإشارة المضمّنة اتساعياً ذات النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة.

١١ - اشرح بالاستعانة بأشكال الإشارات عملية تضمين التردد.

١٢ - ارسم المحتوى الترددي للإشارة المضمّنة تردديا إذا كانت ($f_c = 100$ MHz, $f_m = 10$ KHz).

١٣ - بين مع الرسم طريقة عمل كاشف فوستر سيلي.

١٤ - اشرح الفرق الرئيس بين كاشف فوستر سيلي وكاشف النسبة.

١٥ - اشرح مع الرسم نظرية إرسال عينات من إشارة المعلومات بدلاً من إرسالها كاملة. وما أهمية هذه النظرية؟

١٦ - احسب أدنى تردد لإشارة العينات إذا كان تردد إشارة المعلومات هو (3 KHz).

١٧ - اشرح باختصار أنواع التضمين النبضي موضحاً إجابتك بالرسم.

١٨ - ما المقصود بالإرسال المتعدد؟

١٩ - ارسم شكلاً يوضح طريقة التقسيم الزمني في كل من حالتي الإرسال والاستقبال.

٢٠ - ما قيمة النطاق الترددي للمجموعة الأولية المستخدمة في التقسيم الترددي للإرسال المتعدد؟ وما نوع التضمين المستخدم في هذه الحالة؟

٢١ - كم عدد الإشارات الحاملة الفرعية اللازمة للمجموعة الأولية في التقسيم الترددي للإرسال المتعدد؟ وكم عدد الإشارات الحاملة اللازمة للمجموعة الثانوية؟

٢٢ - عدد ميزات التضمين الرقمي.

٢٣ - ارسم مخططاً صندوقياً يبين مراحل المضمّن النبضي المرمّز، واشرح باختصار فكرة عمل كل وحدة.

٢٤ - ما الميزة الرئيسة لتضمين دلتا على التضمين النبضي المرمز؟

٢٥ - اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

أ - نتيجة لعملية التضمين:

(١) يتغير تردد الإشارة المحمولة تبعاً لتردد الإشارة الحاملة.

(٢) تتغير بعض خواص الإشارة الحاملة.

(٣) جميع ما سبق

ب - معامل تضمين الاتساع (m) هو النسبة بين:

(١) الاتساع الأقصى للإشارة المحمولة والاتساع الأقصى للإشارة الحاملة.

(٢) الإتساع الأقصى للإشارة الحاملة والاتساع الأقصى للإشارة المحمولة.

(٣) اتساع الإشارة المحمولة عند لحظة معينة واتساع الإشارة الحاملة عند اللحظة نفسها.

جـ - تردد النطاق الجانبي العلوي الناتج من تضمين الاتساع:

(١) أكبر من (f_c).

(٢) أكبر من (f_m).

(٣) يساوي (f_c+f_m).

(٤) جميع ما سبق.

د - توجد المعلومات في حالة إشارة تضمين الاتساع في:

(١) النطاق الجانبي السفلي فقط.

(٢) النطاق الجانبي العلوي فقط.

(٣) النطاقين الجانبيين العلوي والسفلي.

هـ - تكون الطاقة اللازمة للإرسال أقل ما يمكن إذا استخدم تضمين الاتساع ذو:

(١) الحاملة الكبيرة والنطاقين الجانبيين.

(٢) النطاقين الجانبيين والحاملة المحذوفة.

(٣) النطاق الجانبي العلوي والحاملة المحذوفة.

و - يُستخدم المضمّن المتوازن للحصول على إشارة:

(١) مضمّنة اتساعياً بحاملة كبيرة ونطاقين جانبيين.

(٢) مضمنة ترددياً بحاملة كبيرة ونطاقين جانبيين.

(٣) لا شيء مما ذكر.

ز - تستخدم دارات الكشف في أجهزة:

(١) الإرسال للحصول على الإشارة الحاملة.

(٢) الإرسال للحصول على الإشارة المحمولة.

(٣) الاستقبال للحصول على الإشارة المضمّنة.

ح - تزيد قيمة معامل تضمين التردد (m_f):

(١) بزيادة انحراف تردد الإشارة الحاملة (Δf).

(٢) بنقص قيمة تردد الإشارة المحمولة (f_m).

(٣) كل ما ذكر.

ط - يتناسب خرج كاشف فوستر سيلي مع:

(١) تردد الإشارة المحمولة.

(٢) تردد الإشارة الحاملة.

(٣) تردد الإشارة المضمّنة.

ي - ينتج عن عملية رفع الذروة وخفضها:

(١) توهين الضجيج الناتج عن جهاز الاستقبال نفسه.

(٢) تحسين معامل التضمين الترددي (m_f).

(٣) تكبير الإشارة المضمنة.

ك - في التضمين النبضي:

(١) الإشارة الحاملة هي قطار من النبضات بتردد معين (f_c).

(٢) يتم تغيير اتساع أو عرض أو مكان النبضات في الإشارة الحاملة.

(٣) تتم عملية أخذ العينات من الإشارة المحمولة.

ل - يكون تردد إشارة الدليل للمجموعة الأولية والمجموعة الثانوية على الترتيب:

(١) ٠٨ , ٨٤ كيلو هيرتز، ٩٢ , ٤١١ كيلو هيرتز.

(٢) ٠٨ , ٤٨ كيلو هيرتز، ٩٢ , ١٤١ كيلو هيرتز.

(٣) ٩٢ , ٤١١ كيلو هيرتز، ٠٨ , ٨٤ كيلو هيرتز.

م - التكميم هو:

(١) عملية تحويل مستويات العينات إلى رموز.

(٢) عملية تحويل مستويات العينات.

(٣) إيجاد كم من الرموز لاستخدامها في التضمين النبضي المرمز.

الوحدة الثانية

الهوائيات وانتشار الموجات

هل توجد وسيلة لنقل المعلومات لا تستخدِم خطوط النقل أو الألياف الضوئية؟ هل تعلم كيف يصل البث الإذاعي والتلفازي إلى المشاهدين؟

تشع الهوائيات الطاقة الكهربائية على شكل موجات كهرمغناطيسية تعرف بالموجات الراديوية القابلة للانتشار إلى مسافات بعيدة.

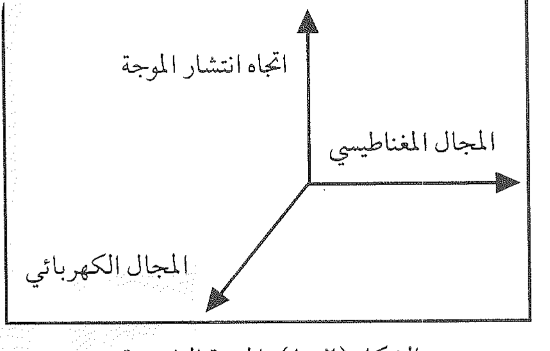
ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

١ – تميز الأنواع المختلفة من الموجات الراديوية وخصائصها وطرق انتشارها واستخداماتها.
٢ – تتعرف طبقات الأيونوسفير.
٣ – تحدد نطاق الترددات للموجات الكهرمغناطيسية ومجال استخدام كل منها.
٤ – تشرح مفهوم الاستقطاب وأهميته.
٥ – تحسب طول الهوائي البسيط اللازم لاستقبال موجة بطول معين، والأنواع الأخرى من الهوائيات الأكثر تعقيداً.

أولاً أنواع الموجات الكهرمغناطيسية

هل تنتقل الموجات الكهرمغناطيسية من مكان إلى آخر بالطريقة نفسها مهما اختلف ترددها؟ وممّ تتكون الموجات الكهرمغناطيسية؟

تتكون الموجات الراديوية من مجالات مغناطيسية وكهربائية متعامدة وعمودية على اتجاه انتشارها، كما هو موضح في الشكل (٢-١).



الشكل (٢-١): الموجة الراديوية

ومما تجدر ملاحظته أن نصف الطاقة في الموجة يكون على شكل طاقة كهربائية، والنصف الآخر على شكل طاقة مغناطيسية.

إن الخصائص الأساسية للموجات الكهرمغناطيسية هي شدة المجال الكهربائي والمغناطيسي والتردد واتجاه الانتشار والاستقطاب. وتعتمد شدة المجال الكهربائي على شدة التيار الكهربائي المولد للموجة ويقاس بالفولط لكل متر، وتساوي فرق الجهد التأثيري المتكون على طرفي سلك طوله متر واحد موجود في مجال تلك الموجة.

إن القيمة الآنية لشدة المجال تتغير من لحظة إلى أخرى، ولذلك يتم قياس القيمة الفعالة (RMS) لشدة المجال التي تساوي (٠,٧٠٧) من القيمة العظمى للمجال.

ولكن، ما العوامل التي تؤثر في شدة مجال الموجة في أثناء انتشارها؟ تتعرض الموجة الراديوية إلى التوهين في أثناء انتشارها، ويعود ذلك إلى امتصاص الأرض وطبقات الجو المختلفة جزءاً من طاقتها، كما أنه يحصل انعكاس وانكسار للموجة. وقد وجد أن المحصلة النهائية لتأثير هذه العوامل مجتمعة تعتمد على التردد. ولذلك يمكن تقسيم الأمواج حسب طبيعة انتشارها إلى: الموجات الأرضية (Ground Waves) والموجات السماوية (Sky Waves) والموجات المباشرة أو الفراغية (Direct Waves).

١ الموجات الأرضية

تتكون الموجة الأرضية عندما يكون هوائي الإرسال قريباً من سطح الأرض وعمودياً عليها، وتستخدم هذه الموجات بكثرة لأغراض البث الإذاعي عند الترددات المنخفضة والمتوسطة.

تتبع هذه الموجة سطح الأرض، وأحياناً تسمى الموجة الزاحفة، ولكنها تضعف بسبب امتصاص الأرض جزءاً من طاقتها. ولكن هل يغطي هذا الانتشار مسافات بعيدة؟ لقد وجد أن هذا النوع من الموجات يمكن استقباله بوثوقية عالية على بعد مئات من الكيلومترات. كما تمتاز بالانتشار لمسافات طويلة جداً فوق مياه المحيطات، ولذلك تستخدم كثيراً في الاتصالات البحرية.

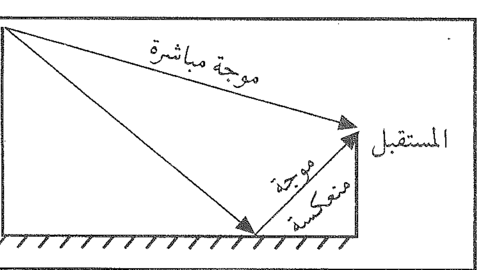
٢ الموجات السماوية

نظراً لأن أي هوائي يشع أمواجاً في جميع الاتجاهات، فإن بعض الموجات تنتشر في الجو. وعند ترددات معينة يمكن لهذه الموجات أن تنحني عائدة إلى الأرض، وعلى مسافة بعيدة من هوائي الإرسال بفعل تأثير طبقة الأيونوسفير التي ستدرسها لاحقاً. تسمى هذه الموجات الموجات السماوية. ومما يجدر ذكره أن بعض الموجات ذات الترددات العالية جداً لا تنعكس من طبقة الأيونسفير، بل تخترقها إلى الفضاء الخارجي، وتسمى هذه الموجات موجات فضائية. وتستخدم الموجات السماوية بكثرة في البث الإذاعي، والاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.

٣ الموجات المباشرة (الفراغية)

تنتشر الموجات الفـراغية بخطوط مستقيمة في الغـلاف الجوي الذي يمتد إلى ارتفاع (٢٠) كم من سطح الأرض تقـريباً. وعادة يكون تردد هذه الموجات أعلى من (٣٠) ميجا هيرتز. ويبرز السؤال الآتي: هل تنعكس هذه الموجات عن سطح الأرض؟

تنعكس هـذه الموجـات عن سطح الأرض تماماً، كما ينعكس الضوء عن السطوح المصقولة، ولذلك فإن الموجة الفراغية تتكون غالباً من مركبتين؛ إحداهما تنتشر من المرسـل إلى المستقبل مباشرة، والأخرى مـوجة منعكسـة عن سطح الأرض، حيث تصل المستقبل كما هـو موضح في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢): مركبات المباشرة

تستخـدم الموجـات المبـاشرة في البث التلفـازي وفي اتصـالات الموجات الميكـروويـة، وكذلك اتصالات الأقمار الصنـاعية. وأحيانـاً تستخدم هوائيـات خاصة لتركيز الموجـات في مسار محدد لزيادة فاعلية الاتصال. وتتأثر هذه الموجات بالعوامل الجوية كالمطر والثلج التي تمتص أو تشتت طاقة هذه الموجات.

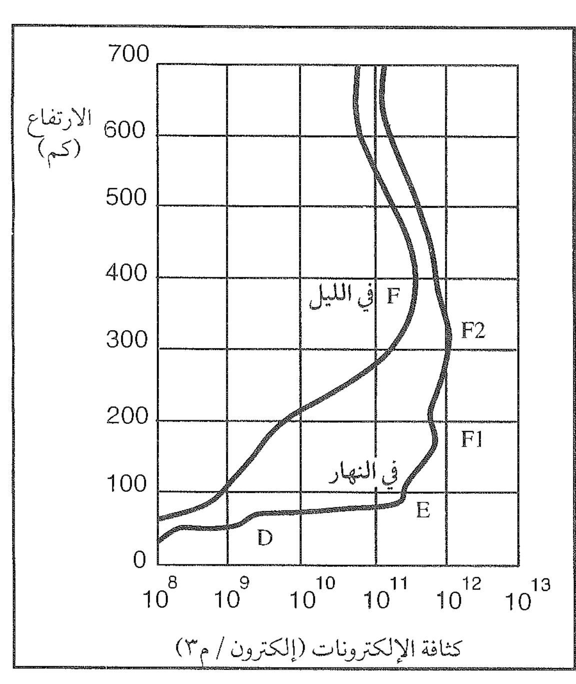
ثانياً طبقات الأيونسفير (Layers of the Ionosphere)

تمتص طبقات الجو العليا من الغـلاف الجوي كميات هائلة من الطاقة الشمسيـة، ولأن الضغط الجوي يكون منخفضاً في تلك الطبقات فيحـدث التأين في الغازات، وينتج عن ذلك إلكترونـات حرة وأيونـات حرة. وتسمى المنطقـة التي يحدث فيها التأين الأيـونوسفير. وقد تتسـاءل: هل الغلاف الجوي متجـانس على الارتفاعـات المختلفة؟ تتغير الخواص الفيـزيائيـة للغلاف الجوي مع تغير الارتفاع، ووجـد أن كثافـة الأيونـات والإلكترونات تصـل قيمة عظمى عند ارتفاعات عدة تسمـى طبقات الأيونوسفير وهي طبقات (F_2, F_1, E, D) التي تتكـون في النهـار، ويتراوح ارتفـاعهـا مـا بين (٥٠-٤٠٠) كم. أمـا في الليل فتختفي الطبقتين (E, D)، وتتشكل طبقة جـديدة تسمى (F) على ارتفاع بين (F_1, F_2)، ويوضح الشكل (٢-٣) طبقـات الأيونـوسفير. وفيما يأتي شرح مـوجز لهذه الطبقـات. انظر إلى الشكل (٢-٣) وأجب عن السؤالين الآتيين:

١ . أي الطبقات أقرب إلى سطح الأرض؟



٢ . إلى أي ارتفاع تصل طبقة (E)؟



الشكل (٢-٣): طبقات الأيونوسفير

طبقـة(D): هـذه الطبقـة هي الأقـرب إلى سطح الأرض، وتقع تحت الطبقة (E) على ارتفاع (٥٠-٩٠)كـم. وتتكون هـذه الطبقة في النهار فقط، وتعمل على توهين موجات التردد المتوسط والعالي.

طبقـة(E): تقع هـذه الطبقة على ارتفاع (١٠٠) كم تقـريباً، حيث تظهـر في النهار، وتضعف بشكل ملمـوس في الليل. ويكون ارتفاع طبقة (E) تقريباً ثابتاً في أثناء النهار. وتعمل هذه الطبقة على عكس موجات التردد المتوسط.

طبقـة(F): تنقسم (F) إلى طبقتين في النهار؛ هما طبقة (F_1) وطبقة (F_2) بينما تتّحد (F_2, F_1) لتشكلا طبقة واحدة في الليل تسمى (F). تقع طبقة (F_1) على ارتفـاع (٢٠٠) كم تقريبـاً، وتعمل على عكس بعض موجـات التردد العالي، وتـوهين البعض الآخر. أما طبقة (F_2) التي تقع على ارتفاع (٤٠٠) كم تقريباً فهي المسؤولة عن عكس موجـات التردد العالي. عند اتحاد طبقي (F_2, F_1) في الليل، فإن انعكـاس الموجات يتم بصـورة أفضل، وبالتـالي تكون شـدة الموجة المنعكسـة أفضل، واستقبالها يكـون بصورة أوضح.

ومما يجدر ذكره أن خواص طبقات الأيونوسفير تتغير من وقت إلى آخر، كما تتغير من فصل إلى آخر.

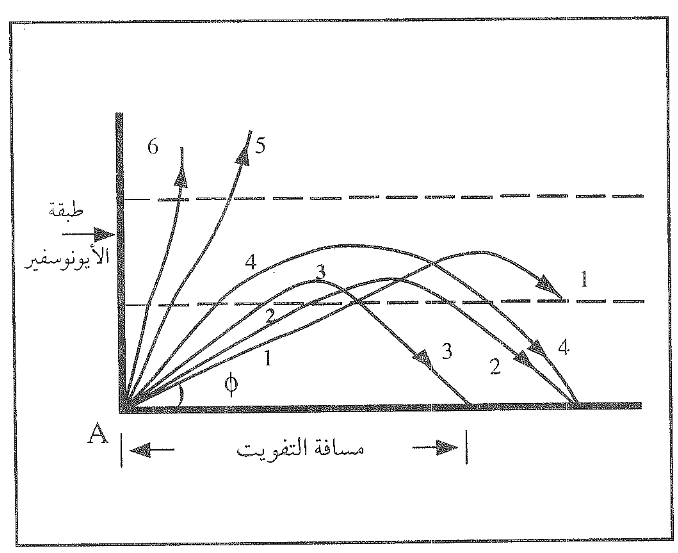
١ انعكاس الموجات من طبقات الأيونوسفير

كيف تنعكس الموجات من طبقات الأيونوسفير؟ وهل هذا انعكاس حقيقي؟ كيف تؤثر زاوية البث في الانعكاس؟

تعكس كل طبقـة موجـات بترددات معينـة، وقد وجـد أيضـاً أن انعكاس الموجـات يعتمـد على زاوية بث الموجـات إلى طبقات الأيونوسفير. ويوضح الشكل (٢-٤) تأثير زاوية بث الموجة (ϕ) في الانعكاس.

أي الأشعة يصل إلى مسافة كبيرة جداً؟ أي الأشعة يصل إلى مسافة قصيرة؟ لماذا لم ينعكس الشعاع (5)؟

عندما تكون (ϕ) صغيرة؛ أي أن الشعاع (1) يتجه أقرب ما يكون للأرض، فإنه يـدخل مسافة قليلة في طبقة الأيونوسفير، ثم يحدث لـه انحناء تـدريجي ويخرج من الطبقـة، ويصل إلى مسـافـة بعيـدة جـداً. الشعـاعـان (٤) و(٢) يـدخـلان إلى مسافات مختلفـة، ولكنهما قد يصلان بعد تعـرضهما للانحناء التدريجي إلى النقطة نفسها على سطح الأرض.



الشكل (٢-٤): تأثير زاوية البث في الانعكاس

الشعـاع (٣) يصل لمسافـة قليلة نسبياً تسمى مسافـة **التفـويت** (Skip Distance) وهي أقل مسـافـة يمكن أن يغطيها هوائي إرسال موجودة في النقطة (A). ومما يجدر ذكره **أن أي نقطـة تقع على مسـافـة أقل من مسـافـة التفـويت لا يمكن أن تستقبل أمـواجـاً منعكسـة من الأيونـوسفير.** وهنـا يخطـر ببـالك أن تسأل: هل يمكن لـلأنـواع المختلفـة من الموجات تغطية هذه النقطة؟

الشعاعان (٥)، (٦) لهما زاويـة بث كبيرة، وبالتالي فهما لا يعودان إلى الأرض، بل يخترقان طبقات الأيـونوسفير إلى الفضاء الخارجي.

النشاط ٢ - ١

حاول استقبال محطات إذاعية على الموجة القصيرة في الليل والنهار، وقارن بينها.

٢ نطاق الترددات للموجات الكهرمغناطيسية

يعد النطاق الترددي (3 KHz - 300 GHz) أحد المصادر الطبيعية التي تشترك الدول باستخدامه في مجالات الاتصالات. وقد أنيط بالاتحاد الدولي للاتصالات (وهو إحدى الوكالات المتخصصة التابعة لهيئة الأمم المتحدة) مهمة تنسيق استخدام هذا الطيف الترددي، حيث تعقد المؤتمرات العالمية لتخصيص الحزم المناسبة من الترددات للخدمات المختلفة مثل: الإذاعة والتلفاز والاتصالات والملاحة وغيرها. وهنا نصل إلى السؤال الآتي: ما المبدأ المتبع في تنسيق وتخصيص هذه الترددات؟

لقد قسم الاتحاد الدولي للاتصالات الكرة الأرضية إلى مناطق جغرافية محددة، بحيث يمكن استخدام حزمة من الترددات في منطقتين جغرافيتين في الوقت نفسه، مع ضمان عدم حدوث تداخل أو تشويش على أي منهما.

ويوضح الجدول (٢-١) كيفية تقسيم الحزم تبعاً لخواص انتشارها واستخداماتها المختلفة.

الجدول (٢-١): تقسيم النطاق الترددي

التردد	طول الموجة	التسمية	الاستخدام
٣ - ٣٠ كيلو هيرتز	١٠٠كم - ١٠كم	الترددات المنخفضة جداً(VLF)	الاتصالات البحرية البعيدة.
٣٠ - ٣٠٠ كيلو هيرتز	١٠ كم - ١ كم	الترددات المنخفضة(LF)	اتصالات بحرية بعيدة، بث إذاعي.
٣٠٠ - ٣٠٠٠ كيلو هيرتز	١ كم - ١٠٠ م	الترددات المتوسطة (MF)	بث إذاعي بعيد، اتصالات بحرية.
٣ - ٣٠ ميجا هيرتز	١٠٠ م - ١٠م	الترددات العالية (HF)	اتصالات بعيدة.
٣٠ - ٣٠٠ ميجا هيرتز	١٠م - ١م	الترددات العالية جداً (VHF)	اتصالات قريبة، بث تلفازي.
٣٠٠ - ٣٠٠٠ ميجا هيرتز	١٠٠سم - ١٠سم	الترددات فوق العالية (UHF)	اتصالات قريبة، رادار، بث تلفازي.
٣ - ٣٠ جيجا هيرتز	١٠سم - ١سم	الترددات فائقة العلو (SHF)	الأقمار الصناعية، الإرسال الميكروي، رادار.
٣٠ - ٣٠٠ جيجا هيرتز	١سم - ١مم	الترددات بالغة العلو (EHF)	الإرسال الميكروي، الرادار والأقمار الصناعية.

والمصطلحات الانجليزية تعني ما يأتي:

VLF = Very Low Frequency
LF = Low Frequency
MF = Medium Frequency
HF = High Frequency
VHF = Very High Frequency
UHF = Ultra High Frequency
SHF = Super High Frequency
EHF = Extremely High Frequency

قضية للمناقشة

ادرس ما يمكن أن يحدث لو كانت طبقات الأيونوسفير تعكس كل الموجات الكهرمغناطيسية.

ثالثاً الاستقطاب (Polarization)

ما أهمية الاستقطاب في الاتصالات؟

ذكرنا سابقاً أن الموجة الراديوية تتكون من مجال كهربائي ومجال مغناطيسي متعامدين مع اتجاه انتشار تلك الموجة. ويعرف الاستقطاب بأنه اتجاه المجال الكهربائي. فإذا كان اتجاه المجال الكهربائي ثابتاً في أثناء انتشار الموجة يكون الاستقطاب خطياً. وتوجد حالتان من الاستقطاب الخطي هما: استقطاب أفقي، واستقطاب عمودي، كما هو موضح في الشكل (٢-٥).

المجال الكهربائي (E)

المجال المغناطيسي (H)

استقطاب عمودي

المجال المغناطيسي (H)

المجال الكهربائي (E)

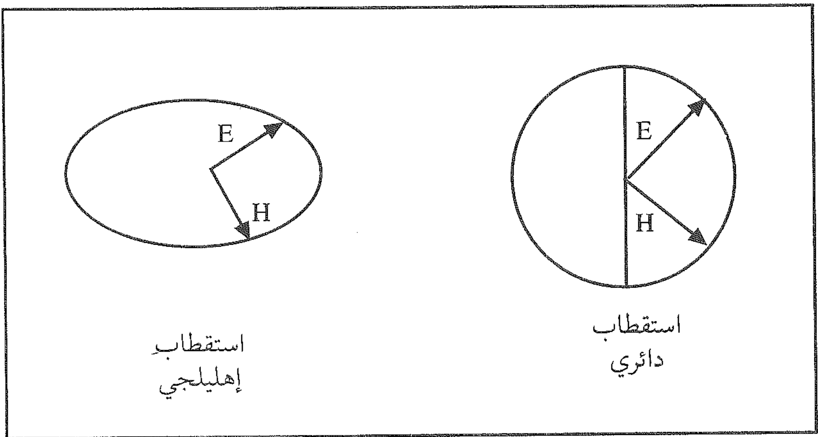
استقطاب أفقي

الشكل (٢-٥): الاستقطاب الخطي

ولا بد أن تتساءل: كيف نحصل على الاستقطاب المناسب؟

يحدد هوائي الإرسال أو الاستقبال الاستقطاب، فإذا كان موازياً لسطح الأرض، فإن الاستقطاب يكون أفقياً، وأما إذا كان متعامداً مع سطح الأرض، فيكون الاستقطاب في هذه الحالة عمودياً. وقد وجد أنه في حالة الاتصالات المباشرة (نقطة-لنقطة) فإن شدة الموجة المستقبلة تكون أقوى ما يمكن عندما يكون لهوائي الإرسال والاستقبال الاستقطاب نفسه.

أما إذا كان سلك الهوائي ملفوفاً على شكل لولبي مثلاً، وعند ترددات معينة وأبعاد معينة فيكون للمجال الكهربائي مركبتان؛ إحداهما أفقية والأخرى عمودية، ويكون المحل الهندسي لمحصلة المجال الكهربائي إما دائرة، وفي هذه الحالة يسمى استقطاباً دائرياً، أو قطعاً ناقصاً ويسمى استقطاباً إهليلجياً، كما هو موضح في الشكل (٢-٦).



الشكل (٢-٦): الاستقطاب الدائري والإهليلجي

رابعاً حساب التردد وطول الموجة

ما سرعة انتشار الموجات الكهرمغناطيسية في الفراغ؟

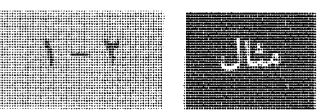
تنتشر الموجات الكهرمغناطيسية في الفراغ بسرعة الضوء وهي (٣٠٠,٠٠٠) كيلو متر في الثانية. إن العلاقة بين طول الموجة والتردد تحددها المعادلة الآتية: $\lambda = \frac{c}{f}$

حيث λ : طول الموجة.

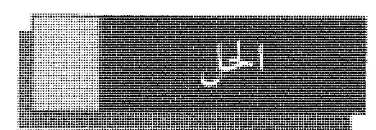
c : سرعة الضوء.

f : تردد الموجة.

ومما تجب ملاحظته أن طول الموجة يتناسب تناسباً عكسياً مع التردد، فكلما زاد التردد قل طول الموجة.



احسب طول موجة ترددها (٣٠) ميجا هيرتز.



$$\lambda = \frac{300 \times 10^6}{30 \times 10^6} = 10m$$

تمرين

احسب طول موجة ترددها (٨٠١) كيلو هيرتز.

قضية للمناقشة

ادرس تأثير طبقة الأيونوسفير في الاستقطاب.

خامساً الهوائيات

ما أهمية الهوائي في نظام الاتصالات؟

إن الهوائي هو ذلك العنصر من نظام الاتصالات الذي يستخدم لإشعاع الموجات الكهرمغناطيسية في اتجاهات معينة. وفي أبسط أشكاله لا يزيد عن كونه سلكاً معدنياً بطول معين أو شكل معين. إن اختيار الهوائي عامل مهم في نظام الاتصالات، فكلما استطاع الهوائي تركيز إشعاع الموجات في اتجاه معين، قلت القدرة الكهربائية لجهاز الإرسال اللازمة لتوفير خدمة اتصالات معينة. وكذلك في حالة الاستقبال، فإن الهوائي الجيد والمناسب هو الذي يلتقط الإشارات الضعيفة.

١ أنواع الهوائيات

هل يمكن لهوائي أن يشع الموجات العالية والموجات فوق العالية بالكفاءة نفسها؟

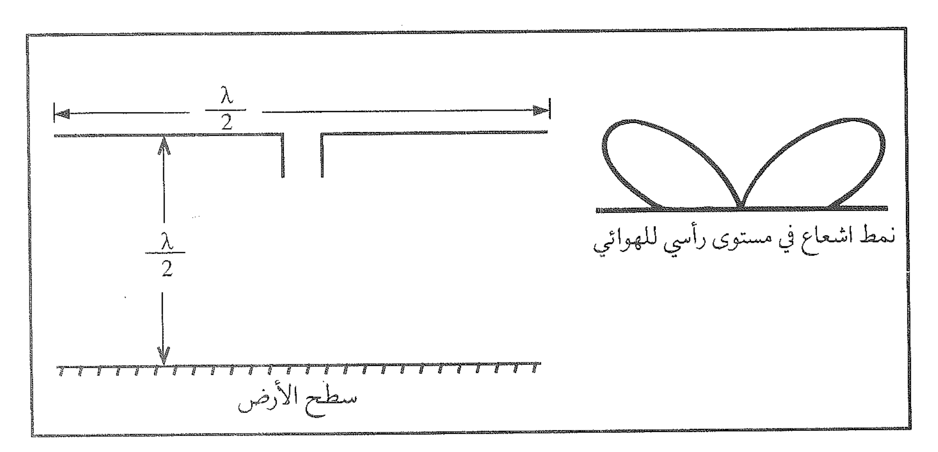
يتطلب كل نطاق من الترددات استخدام هوائي بشكل معين وطول معين. وسندرس فيما يأتي بعض أنواع الهوائيات الشائعة الاستعمال.

أ - هوائي ثنائي القطب (Half Wave Dipole Antenna)

يتكون هوائي ثنائي القطب من سلك طوله يساوي نصف طول الموجة التي يشعها تقريباً. وهو الوحدة التي يمكن أن نُكوّن منها هوائيات أكثر تعقيداً. ومما تجدر الإشارة إليه أن طول الهوائي العملي يساوي (٩٥ , ٠) من طول الهوائي المحسوب سابقاً.

وقد تتساءل ما الارتفاع المناسب لهذا الهوائي عن سطح الأرض؟

لقد وجد أنه إذا كان ارتفاع الهوائي يساوي نصف طول الموجة، فإن نمط الإشعاع (تغير شدة الإشعاع في مستوى عمودي على الهوائي) يكون كما هو موضح في الشكل (٢-٧).



الشكل (٢-٧): هوائي ثنائي القطب ونمط الإشعاع له

وبذلك نستنتج أن شدة الإشعاع تكون تقريباً صفراً في اتجاه عمودي على الهوائي، بينما تكون أكثر ما يمكن على زاوية (٤٥°) تقريباً.

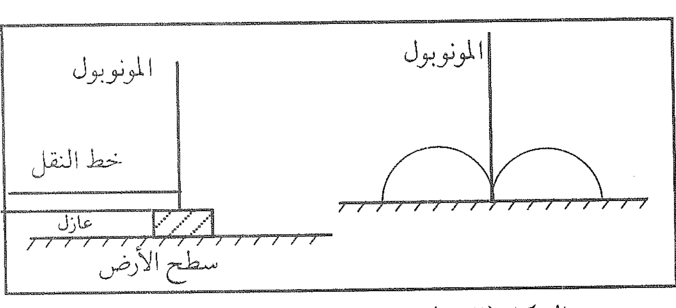
كيف تميّز بين هوائي وآخر؟

إن الهوائي الذي يشع بالتساوي في جميع الاتجاهات يسمى هوائياً قياسياً (ايزوتروبياً) (Isotropic). ويعرف كسب الهوائي بأنه النسبة بين شدة الاشعاع في اتجاه معين، وشدة الاشعاع الناتج من الهوائي القياسي، ويقاس كسب الهوائي بالديسبل.

وإن ممانعة الهوائي هي النسبة بين فرق الجهد بين طرفي مدخل الهوائي والتيار الداخل في الهوائي، وتساوي (٧٥) أوم تقريباً لهوائي ثنائي القطب، وهذا يجعله مناسباً لوصله بالكبل المحوري باستخدام وسيلة مواءمة مناسبة تسمى البالون (Balun)، ويبلغ كسب هذا الهوائي (٦٤ , ١) تقريباً.

ب - الهوائي أحادي القطب (المونوبول Monopole Antenna)

يتكون من موصل يوضع فوق سطح الأرض، ويكون معزولاً عنها. يلغي سطح الأرض جزءاً من نمط الإشعاع؛ لأنه يعكس الأمواج، ويكون شكل نمط الإشعاع كما هو موضح في الشكل (٢-٨).



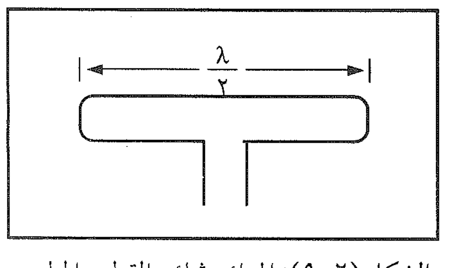
الشكل (٢-٨): هوائي مونوبول ونمط الإشعاع له

يبلغ كسب هذا الهوائي (١,٦٤) تقريباً. أما ممانعته فتساوي (٣٦,٥) أوم.

تستخدم الهوائيات السابقة الذكر بكثرة في نطاق الترددات العالية والعالية جداً.

ج - الهوائي ثنائي القطب المطوي (الدايبول المطوي) (Folded Dipole Antenna)

إذا وصلنا سلكاً طوله ($\frac{\lambda}{٢}$) بالتوازي مع الهوائي ثنائي القطب، كما هو موضح في الشكل (٢-٩) فيسمى هذا الهوائي الدايبول المطوي. وإن ممانعة هذا الهوائي تساوي (٣٠٠) أوم، وهي مناسبة لربطه بخطوط النقل المفتوحة ذات الممانعة البالغة (٣٠٠) أوم. إلا أنه توجد ميزة أخرى، وهي أن هذا الهوائي أصبح أقوى ميكانيكياً، وبالتالي يتحمل سرعات الرياح العالية.

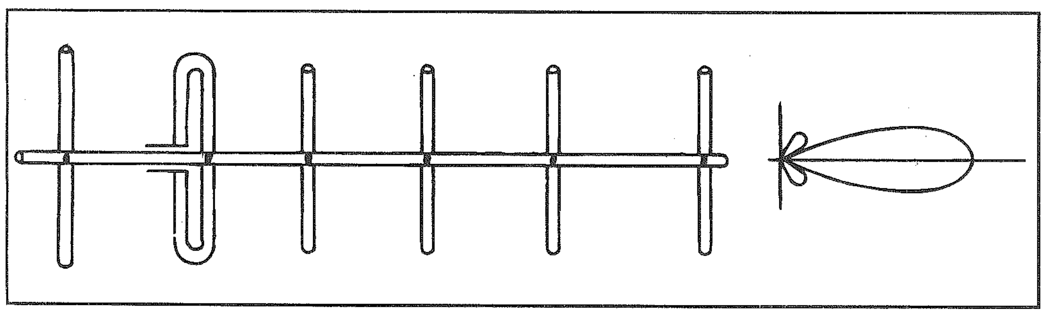


الشكل (٢-٩): الهوائي ثنائي القطب المطوي

د - هوائي (ياغي - بودا» (Yagi - Buda)

أما هوائي الياغي - بودا (نسبة إلى العالم الياباني الذي اخترعه) فهو يتركب أساساً من دايبول مطوي، وعنصر أطول منه قليلاً يسمى عاكساً، وعددمن العناصر الأقصر منه تسمى موجهات (Directors)، وهي مرتبة كما في الشكل (٢-١٠).

إن لهذا الهوائي نمطاً إشعاعياً كما هو موضح في الشكل (٢-١٠) ويعد كسبه عالياً، ويستخدم بكثرة في استقبال المحطات التلفازية. ويصنع هذا النوع من مواسير مفرغة من الألومنيوم، ويوجد له دارة مواءمة للممانعة حتى يمكن ربطه مع الكبل المحوري.

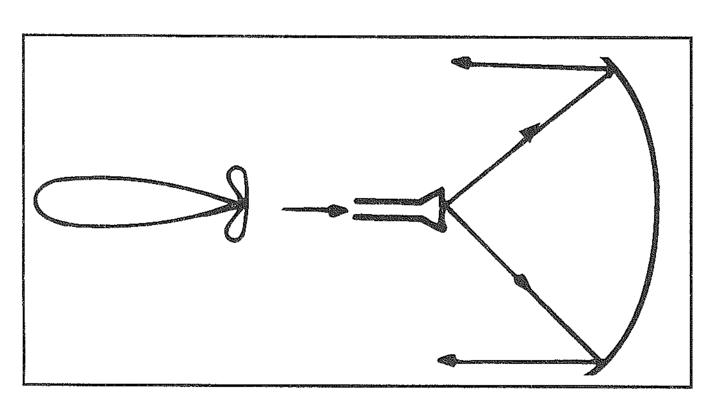


الشكل (٢-١٠): هوائي ياغي - بودا ونمط إشعاعه

هـ - الهوائي الصحني (Parabolic Antenna)

هل يمكن تركيز الإشعاع في اتجاه معين؟

لقد وجد عند استخدام الموجات الميكروويية بشكل خاص أنه إذا وضع الهوائي في البؤرة لسطح عاكس على شكل الصحن، فإننا نحصل على إشعاع مركز، ووجد أن عرض حزمة الإشعاع يكون قليلاً. ويوضح الشكل (٢-١١) الهوائي الصحني ونمط إشعاعه.



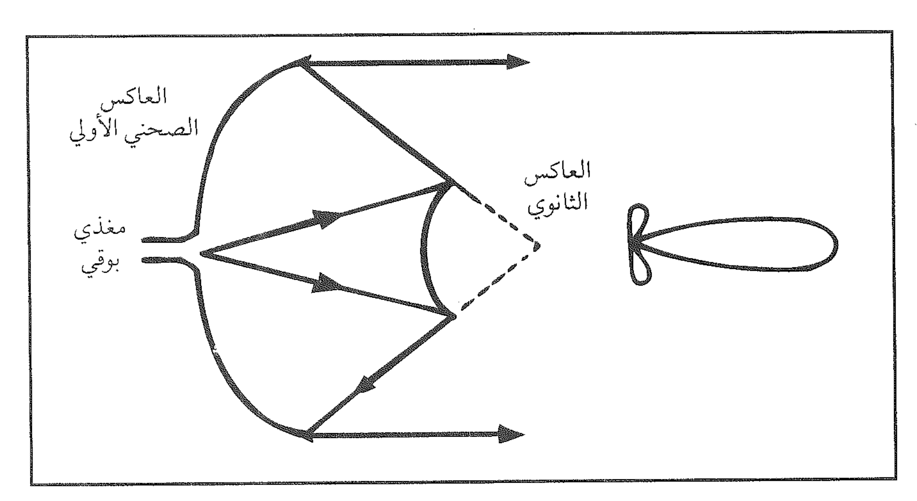
الشكل (٢-١١): الهوائي الصحني ونمط اشعاعه

يتميز هذا الهوائي بالكسب العالي الذي يعتمد على قطر الصحن المستخدم الذي يبلغ أحياناً بضعة أمتار. ويستخدم هذا الهوائي بكثرة في الاتصالات الميكروويه، وغالباً تغطى الفتحة بغطاء يسمح بمرور الموجات، وذلك لحفظه من تأثير العوامل الجوية.

و - هوائي كاسيجرن (Cassegrain Antenna)

يستخدم هذا الهوائي عاكساً ثانوياً أمام المغذي الذي يعكس الموجات إلى العاكس الصحني الرئيس.

ويستخدم هذا النوع بكثرة في المحطات الأرضية للاتصالات الفضائية، وقد يصل قطر العاكس الرئيس إلى (٣٠) متراً ويمتاز بكسبه العالي وضيق حزمة إشعاعه. ويوضح الشكل (٢-١٢) هوائي كاسيجرن ونمط إشعاعه.



الشكل (٢-١٢): هوائي كاسيجرن ونمط اشعاعه

النشاط ٢-٢

اكتب تقريراً عن كيفية تصنيع الهوائي الصحني.

أسئلة وتمرينات

١ - مما تتكون الموجة الكهرمغناطيسية؟

٢ - تحدث باختصار عن أنواع الموجات الكهرمغناطيسية حسب طريقة انتشارها.

٣ - ما المقصود بطبقات الأيونوسفير؟

٤ - اذكر مواصفات كل طبقة من طبقات الأيونوسفير

٥ - بيّن تأثير الليل والنهار في طبقات الأيونوسفير، وتأثير ذلك في الاتصالات بشكل عام.

٦ - ما العوامل المؤثرة في انعكاس الموجات على طبقات الأيونوسفير؟ وكيف يُستفاد من هذه الظاهرة؟

٧ - ما المبدأ الذي اتبعه الاتحاد الدولي للاتصالات بالنسبة لاستخدام النطاقات الترددية؟

٨ - ما المقصود بالآتي: (EHF, UHF, HF, VHF)؟

٩ - بين بالرسم الاستقطاب العمودي والاستقطاب الأفقي.

١٠ - ما الفرق بين الاستقطاب الخطي والاستقطاب الدائري؟

١١ - احسب طول الموجة التي ترددها (1000 KHz)، وفي أي النطاقات تقع؟

١٢ - ارسم هوائياً ثنائي القطب، وآخر أحادي القطب بطول ($\frac{\lambda}{2}$)، وبين كيفية تثبيت كل منهم بالنسبة للأرض.

١٣ - اذكر أجزاء هوائي ياغي، وارسم نمط إشعاعه.

١٤ - ارسم شكل الهوائي الصحني ونمط إشعاعه ولماذا سُمي بهذا الاسم؟

١٥ - ما أهم ميزات الهوائي الصحني؟ وما مجالات استخدامه؟

١٦ - ما مجال استخدام هوائي كاسيجرن؟

١٧ - اختر الإجابة الصحيح في كل فقرة من الفقرات الآتية:

أ - أهم العوامل التي تؤثر في الموجة الكهرمغناطيسية:

(١) ضياع جزء من طاقتها في الأرض وطبقات الجو العليا.

(٢) الضجيج الذي يطرأ عليها نتيجة الأجسام المعدنية التي تقابلها.

(٣) كل ما سبق.

ب - تمتاز الموجات الأرضية:

(١) بالانتشار لمسافات طويلة جداً فوق مياه المحيطات.

(٢) بوثوقيتها العالية.

(٣) كل ما سبق.

جـ - يتكون الأيونوسفير في النهار من الطبقات:

(١) F_2, F_1, E, D على الترتيب.

(٢) F, E, D.

(٣) F_2, D.

د - الاستقطاب هو:

(١) عملية التجاذب بين أقطاب المغناطيس.

(٢) اتجاه المجال الكهربائي للموجة الكهرمغناطيسية.

(٣) اتجاه انتشار الموجة الكهرمغناطيسية.

هـ - يعتمد الاستقطاب على:

(١) وضع الهوائي بالنسبة للأرض (أفقياً أو رأسياً).

(٢) اتجاه المجال المغناطيسي.

(٣) اتجاه انتشار الموجة.

و - من مميزات هوائي الدايبول المطوي:

(١) قوي ميكانيكياً.

(٢) مناسب للربط مع خطوط النقل المفتوحة (٣٠٠ أوم).

(٣) كل ما سبق.

ز - يعد هوائي ياغي بودا:

(١) هوائياً لا اتجاهياً.

(٢) ذا كسب منخفض.

(٣) الأكثر شيوعاً في مجال القنوات التلفازية.

الوحدة
الثالثة

أجهزة الاستقبال الإذاعي
(Broadcast Receivers)

ما وظيفة جهاز الاستقبال الإذاعي؟

إن أجهزة الاستقبال الإذاعي التي بدأ استخدامها في مطلع هذا القرن تلتقط الموجات الكهرمغناطيسية، وتحولها إلى طاقة صوتية مناسبة، **ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً** على أن:

١ - توضح أهمية أجهزة الإرسال والاستقبال واستخداماتها.
٢ - تتعرف جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيترودايِن.
٣ - تشرح العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال.
٤ - تحدد الأنواع المختلفة من الضجيج ومسبباتها.

أولاً أهمية أجهزة الإرسال والاستقبال واستخداماتها

ما نظام الاتصال؟

إن عملية الاتصال تعني نقل معلومات أو رسالة ما، حيث تحول هذه المعلومات إلى إشارات كهربائية بوساطة جهاز الإرسال، ومن ثم تنقل بوساطة ناقل معين. ويقوم جهاز الاستقبال بالتقاط تلك الإشارات وتحويلها إلى شكل مشابه تماماً لإشارة المصدر (مثلاً إشارة صوت أو صورة) ويمثل الشكل (٣-١) نظام اتصال لنقل الصوت.

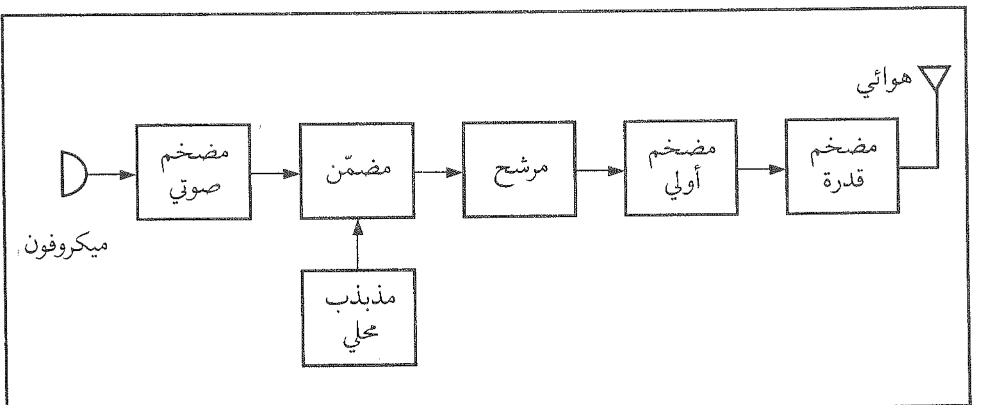
الشكل (٣-١): نظام اتصال لنقل الصوت

ولقد تطورت وسائل الاتصالات بشكل كبير جداً فاختصرت المسافات البعيدة، وهي تؤثر في مناحي الحياة كافة، وأصبحت أداة رئيسة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية.

ثانياً جهاز الإرسال

إن وظيفة جهاز الإرسال هي توليد إشارات راديوية يمكن التحكم بخواصها تبعاً لنوع المعلومات المراد إرسالها، وإن جهاز الإرسال مكون من عدد كبير من الدارات الإلكترونية كالتي درستها سابقاً مرتبطة معاً، حيث تؤدي كل وحدة وظيفة محددة.

وأبسط طريقة لفهم عمل جهاز الإرسال هي دراسة المخطط الصندوقي له، ويبين الشكل (٣-٢) مخططاً صندوقياً لجهاز إرسال تضمين اتساع.



الشكل (٣-٢): المخطط الصندوقي لجهاز الإرسال تضمين اتساع

يحول الميكروفون الأمواج الصوتية إلى إشارات كهربائية يتم تضخيمها إلى المستوى المطلوب بوساطة المضخم الصوتي، ثم بوساطة المضمِّن والمذبذب المحلي يتم تضمين إشارة المذبذب المحلي بالإشارة الصوتية. أما المرشح فيختار النطاق الصحيح للإرسال الإذاعي (٩) كيلو هيرتز في تضمين الاتساع مثلاً. وتضخَّم الإشارة المضمَّنة بالمضخم الأولي، ثم بمضخم القدرة (الذي قد يتكون من مراحل تضخيم عدة متصلة على التتابع).

ومما تجدر الإشارة إليه أنه عند استخدام الترددات العالية، يتم تضمين الإشارة الصوتية على تردد معين، ثم يمزج هذا التردد مع تردد آخر للحصول على التردد النهائي، وذلك لأنه يصعب تضمين الإشارة الصوتية مباشرة على التردد الراديوي المطلوب استخدامه.

تمرين

ارسم المخطط الصندوقي لعملية المزج التي تعطي التردد النهائي حسب ما ورد في الفقرة الأخيرة.

ثالثاً جهاز الاستقبال سوبرهيتروداين (تضمين اتساع) (Superheterodyne)

هل يمكن لجهاز الاستقبال التقاط أكثر من محطة بث إذاعي؟

من ناحية المبدأ، فإنه يمكن تصميم مراحل جهاز الاستقبال لتتناسب مع تردد إشارة حاملة معينة، إلا أنه إذا أردنا استخدامه لاستقبال إشارة حاملة أخرى، فقد لا نحصل على النتيجة المطلوبة إلا بصعوبة، وللتغلب على تلك الصعوبات، فقد تم تطوير دارات السوبرهيتروداين التي بموجبها يتم مزج جميع الإشارات الراديوية المستقبلة مع إشارة مذبذب محلي متغير التردد حتى نحصل باستمرار على إشارة ذات تردد بيني ثابت يمكن تضخيمها وكشفها بسهولة، وبذلك نضمن استقبالاً مناسباً لجميع الإشارات الراديوية في نطاق معين.

يوضح الشكل (٣-٣) المخطط الصندوقي لجهاز استقبال سوبرهيتروداين تضمين اتساع.

يلتقط الهوائي الإشارة الراديوية التي تضخم بالمضخم الراديوي، ثم تمزج مع إشارة المذبذب المحلي متغير التردد بوساطة مواسع متغير مربوط ميكانيكياً مع مواسع آخر في دارة المضخم الراديوي، وتضخم الإشارة بعد ذلك بوساطة المضخم البيني الذي يتكون عادة من أكثر من مرحلة تضخيم متصلة على التتابع. أما الكاشف فيستخلص الإشارة الصوتية من الإشارة البينية، ثم تضخم تلك الإشارة بوساطة المضخم الصوتي قبل وصولها إلى السماعة.

الشكل (٣-٣) المخطط الصندوقي لجهاز استقبال سوبرهيتروداين تضمين اتساع

وعلى سبيل المثال إذا أردنا استقبال إشارة حاملة بتردد (٨٠١) كيلو هيرتز، فإن تردد إشارة المذبذب المحلي يكون (١٢٥٦) كيلو هيرتز، وبالتالي فإن خرج المازج يحوي الإشارات الآتية:

إشارة بتردد (٢٠٥٧) كيلو هيرتز، وهو مجموع تردد الإشارة الحاملة والمذبذب المحلي.

إشارة بتردد (٤٥٥) كيلو هيرتز، وهو الفرق بين تردد المذبذب المحلي وتردد الإشارة الحاملة، وهي إشارة التردد البيني.

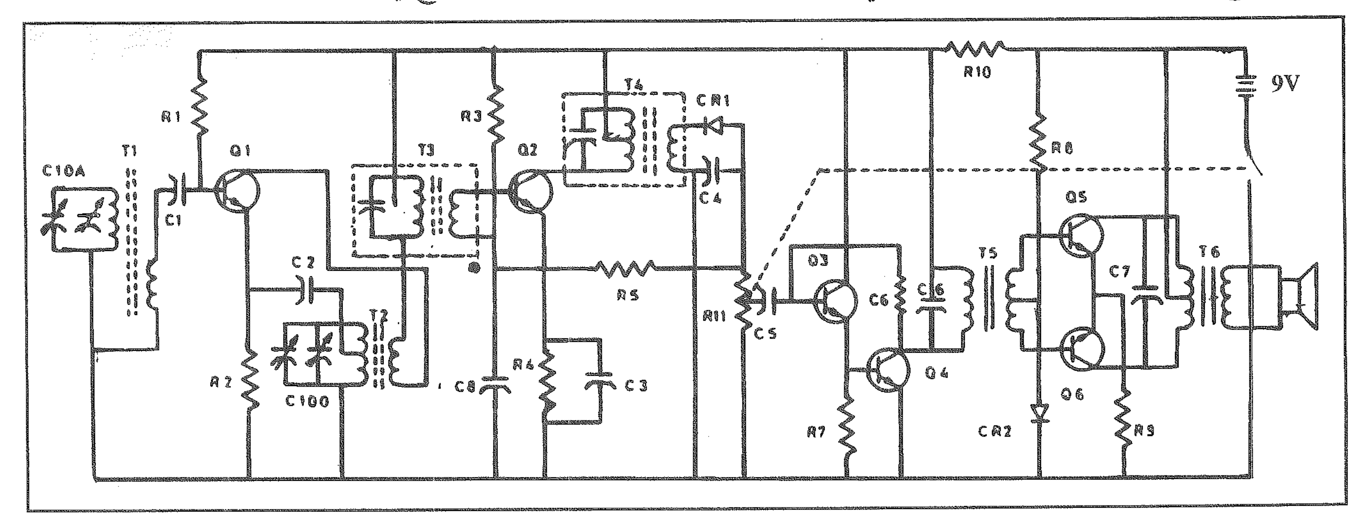
وإشارات أخرى مثل: الإشارة الحاملة وإشارة المذبذب المحلي.

ومما يجدر ذكره هنا أن عملية المزج لا تغير من خواص الإشارات المستقبلة، بل تخفض التردد. وعلى هذا إذا كانت الإشارة الحاملة مضمنَّة تضميناً اتساعياً، فتبقى إشارة التردد البيني مضمَّنة اتساعياً.

وهنا قد تسأل: كيف يتم اختيار استقبال محطة بث جديدة؟ والحصول على التردد البيني نفسه؟

إن اختيار استقبال محطة بث إذاعي معينة يتم عن طريق تغيير توليف المضخم الراديوي والمذبذب المحلي بوساطة المواسعات المرتبطة ميكانيكياً التي تتغير سعتها، بحيث يبقى الفرق دائماً بين تردد المذبذب المحلي وتردد التوليف لدارة المضخم الراديوي ثابتاً ومساوياً (٤٥٥) كيلو هيرتز.

يوضح الشكل (٣-٤) مثالاً لمخطط تفصيلي لجهاز استقبال سوبرهيترودابن بتضمين اتساع في النطاق (٥٢٦-١٦٠٦) كيلو هيرتز.



الشكل ٣-٤): المخطط التفصيلي لجهاز استقبال إذاعي سوبرهيترودابن (تضمين اتساع)

انظر إلى الشكل (٣-٤) وحدّد ما يأتي:

١ - المازج. ٢ - مضخم التردد البيني ٣ - الكاشف. ٤ - مفتاح الصوت.

يلتقط الهوائي الإشارة المضمنة اتساعياً، ويعمل الترانزستور (Q1) كمضخم راديوي، ومازج في الوقت نفسه. أما التوليف فيتم عن طريق تغيير سعة المواسعات (C10 و C10 A). المحول (T3) هو المرشح البيني، أما الترانزستور (Q2) فهو مضخم التردد البيني. (CR1) هو كاشف تضمين الاتساع، بينما تعمل (Q3, Q4) كمضخمات أولية لتغذية مضخم دفع - جذب المكون من (Q5, Q6) والذي بدوره يغذي السماعة.

قضية للمناقشة

ادرس كيف يمكن المحافظة على شدة الصوت ثابتة مهما اختلف بعد جهاز الاستقبال عن الإذاعة.

رابعاً نطاق ترددات البث الإذاعي

لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات عدداً من الحزم في مجال الترددات المنخفضة والمتوسطة والعالية لاستخدامها على سبيل المثال لأغراض البث الإذاعي. وقد عمد مصممو أجهزة الاستقبال الإذاعي إلى تقسيم الحزم، بحيث يمكن إيجاد دارة رنين تناسب كل حزمه فرعية، وعلى سبيل المثال:

الحزمة (١٤٨ - ٢٨٣) كيلو هيرتز (الموجة الطويلة).
الحزمة الأولى (٥٢٦ - ١٦٠٦) كيلو هيرتز (الموجة المتوسطة).
الحزمة الثانية (١,٥٥ - ٤,٦) ميجا هيرتز (الموجة القصيرة ١).
الحزمة الثالثة (٤,٦ - ١٣,٠) ميجا هيرتز (الموجة القصيرة ٢).
الحزمة الرابعة (١٢,٠ - ٣٤,٠) ميجا هيرتز (الموجة القصيرة ٣)
الحزمة (٨٨ - ١٠٨) ميجا هيرتز (موجة تضمين تردد).

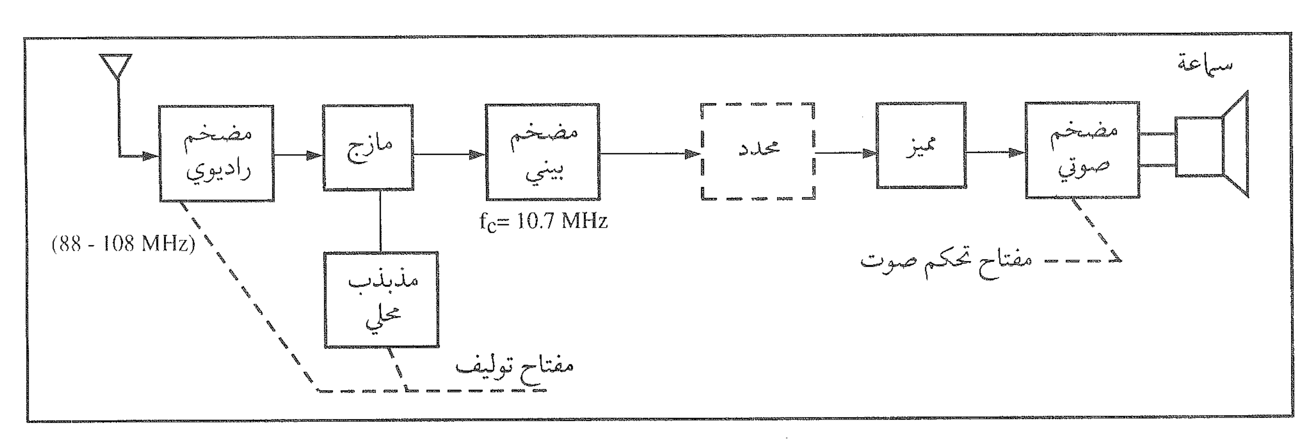
وهنا تجدر الإشارة إلى أن دارات الرنين المناسبة لكل حزمة يتم اختيارها بوساطة مفتاح خاص في جهاز الاستقبال يسمى مفتاح النطاق (Band Switch).

النشاط ٣ - ١

وضح الحزم الموجودة على جهاز المذياع المتوفر لديك.

خامساً جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيتروداين تضمين تردد

يشبه هذا النوع جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيترودااين تضمين اتساع ما عدا الكاشف، حيث يستخدم الكاشف المميّز، وفي بعض الأحيان يسبق الكاشف المميّز دارة محدد اتساع. أما التردد البيني فيكون غالباً (١٠,٧) ميجا هيرتز. ويوضح الشكل (٣-٥) المخطط الصندوقي لجهاز استقبال إذاعي سوبرهيترودااين تضمين تردد.



الشكل (٣-٥): المخطط الصندوقي لجهاز استقبال تضمين تردد

سادساً الضجيج (Noise)

هل تتأثر جودة الاستقبال الإذاعي إذا كان جهاز الاستقبال في منطقة صناعية مثلاً؟

إن الضجيج هو إشارات كهربائية تتغير شدتها عشوائياً؛ أي بصورة غير منتظمة، وهي تحدد المستوى الفعلي الذي يمكننا من سماع الإذاعة بوضوح، أو استلام البرقيات بصورة صحيحة. وللضجيج مصادر عدة أهمها ما يأتي:

١ الضجيج الناتج من الأنشطة الصناعية

تعتمد شدة الضجيج الناتج من الأنشطة الصناعية على التردد، حيث تقل بازدياد التردد. وأهم مصادره المحركات ومصابيح النيون وآلات الاحتراق الداخلي (السيارات) وخطوط نقل الطاقة الكهربائية. ويزداد هذا الضجيج في الأماكن السكنية عنه في الأرياف.

٢ الضجيج الحراري الناتج من جهاز الاستقبال

ينتج الضجيج الحراري عن الحركة العشوائية للإلكترونات في عناصر الدارات الكهربائية في أجهزة الاستقبال، حيث تؤدي إلى ظهور فرق جهد يتغير عشوائياً على طرفي العنصر، وتعتمد شدة هذا الضجيج على درجة الحرارة، ولهذا يسمى الضجيج الحراري، ولا يمكن التخلص منه. إن الضجيج الذي يتكون نتيجة المقاومات الموجودة في المراحل الراديوية الأولى من جهاز الاستقبال يضخم بوساطة المراحل اللاحقة في الجهاز، ولذلك يظهر في خرج الجهاز بصورة قوية.

ومن ناحية أخرى فإن مرور التيار في الترانزستورات والدارات المتكاملة ليس منتظماً، حيث ينتج أيضاً ضجيج حراري من هذه المكونات، يضاف إلى الضجيج الحراري الناتج من المقاومات.

٣ ضجيج الغلاف الجوي

ينتج ضجيج الغلاف الجوي عن بعض الظواهر الجوية كالصواعق، ويكثر حدوثه في الشتاء. إن التفريغ الكهربائي الهائل الذي تنتجه الصواعق، يؤدي إلى انتشار أمواج كهرمغناطيسية تسمع بوضوح على شكل قرقعة في أجهزة الاستقبال الموجودة على مسافات بعيدة من مكان حدوث الصاعقة.

وهناك نوع آخر من ضجيج الغلاف الجوي الناتج من عدم انتظام انعكاس الأمواج الكهرمغناطيسية عن طبقات الأيونوسفير. وكذلك يمكن أن يضاف إلى هذا النوع الضجيج الناتج من الانفجارات الشمسية التي تصدر أمواجاً كهرمغناطيسية قوية جداً قد تؤدي إلى تعطل بعض أنظمة الاتصالات، وخاصة تلك التي تعمل ضمن نطاق التردد العالي.

٤ الضجيج الناتج من التداخل بين أنظمة الاتصالات

يحدث ضجيج التداخل بين أنظمة الاتصالات وخاصة التي ترسل قدرات عالية جداً، حيث تدخل الإشارات الناتجة منها مراحل جهاز الاستقبال الذي يعمل على نطاق قريب من الترددات التي تعمل عليها تلك الأجهزة، والتي يَمكن أن تؤثر في جودة الاستقبال. وفي بعض الأحيان، فإن تردداً معيناً يمكن أن يستخدم لخدمة معينة في منطقة جغرافية، ثم يعاد استخدام التردد نفسه في منطقة جغرافية أخرى. وبسبب طبيعة انتشار الموجات الكهرمغناطيسية، فقد يحدث تداخل بين الأجهزة على الرغم من أنها تقع في مواقع مختلفة.

يعبر عن مدى شدة الإشارات التي يمكن استقبالها بوضوح بما يسمى نسبة الإشارة إلى الضجيج، وتقاس هذه النسبة

بالديسبل. ويفضل أن تكون هذه النسبة أكبر ما يمكن. وهذه النسبة مهمة جداً في تصميم أنظمة الاتصالات.

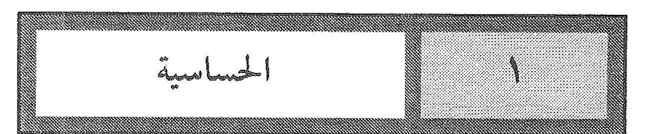
معامل الضجيج (Noise Figure)

يعد معامل الضجيج مقياساً للضجيج الذي يظهر في خرج جهاز الاستقبال في حالة عدم وجود إشارة في دخله، وهو النسبة بين الإشارة إلى الضجيج في خرج جهاز الاستقبال العادي إلى النسبة بين الإشارة إلى الضجيج في خرج جهاز استقبال مثالي خالٍ من الضجيج. فمثلاً إذا كانت (S) تمثل شدة الإشارة، (N) تمثل شدة الضجيج فإن معامل الضجيج (F):

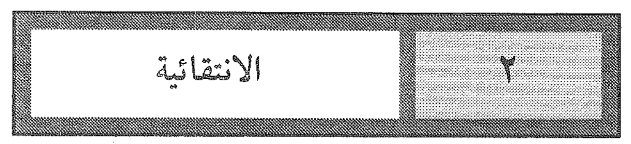
$$F = \frac{(S/N)\ \text{في جهاز استقبال عادي}}{(S/N)\ \text{في جهاز استقبال مثالي}}$$

سابعاً: العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال

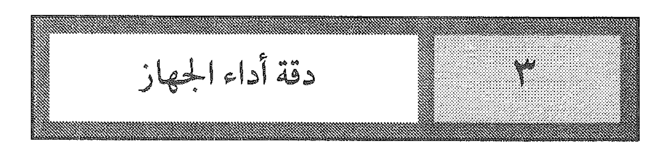
إن أهم هذه العوامل هي الحساسية (Sensitivity) والانتقائية (Selectivity) ودقة الأداء (Fidelity).



يعبر عن الحساسية بمقدار شدة الإشارة اللازمة في دخل جهاز الاستقبال لإعطاء مستوى ثابت في خرج المضخم الصوتي، ويمكن التعبير عن شدة الإشارة بالميكروفولت أو الديسبل. أما العامل الرئيس في تحديد الحساسية فهو مقدار التضخيم في المراحل الأولية والبينية في الجهاز. إلا أنه يجب الانتباه إلى حقيقة أساسية وهي أن زيادة التضخيم بهدف زيادة الحساسية ستعمل على تضخيم الضجيج أيضاً، وعلى هذا فإن الحساسية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمعامل الضجيج لجهاز الاستقبال.



الانتقائية خاصية تمكّن من التمييز بين الإشارة المرغوب فيها والإشارة غير المرغوب فيها. وتحدد الانتقائية أساساً بمقدار عرض نطاق المرشح المستخدم في المراحل الراديوية والبينية، وكلما كان عرض نطاق المرشح صغيراً كانت الانتقائية أكبر، ولهذا السبب تصمم دارات المرشحات لتمرير نطاق التردد المطلوب فقط.



تعرف دقة الأداء للجهاز بأنها مقدرته على إنتاج صورة صحيحة عن الإشارة المرسلة (الإشارة الصوتية الأصلية). وهذه الخاصية تعتمد على خواص المضخم الصوتي. وبما أن تضخيم المضخم الصوتي يقل عند الترددات العالية وعند الترددات المنخفضة أيضاً، فإنه يجب أن يصمم هذا المضخم لتمرير الترددات المنخفضة والعالية ضمن نطاق معين مثلاً (٣٠٠ - ٣٤٠٠) هيرتز.

ثامناً جهاز الاستقبال منخفض الضجيج

كيف يمكن تقليل الضجيج في جهاز الاستقبال؟

تتطلب أجهزة الاستقبال في أنظمة الاتصالات وخاصة العاملة في مجال الترددات العالية وما فوقها مواصفات خاصة مثل: معامل ضجيج منخفض، وتضخيم مناسب، واستقرار في التردد والحماية من زيادة التحميل.

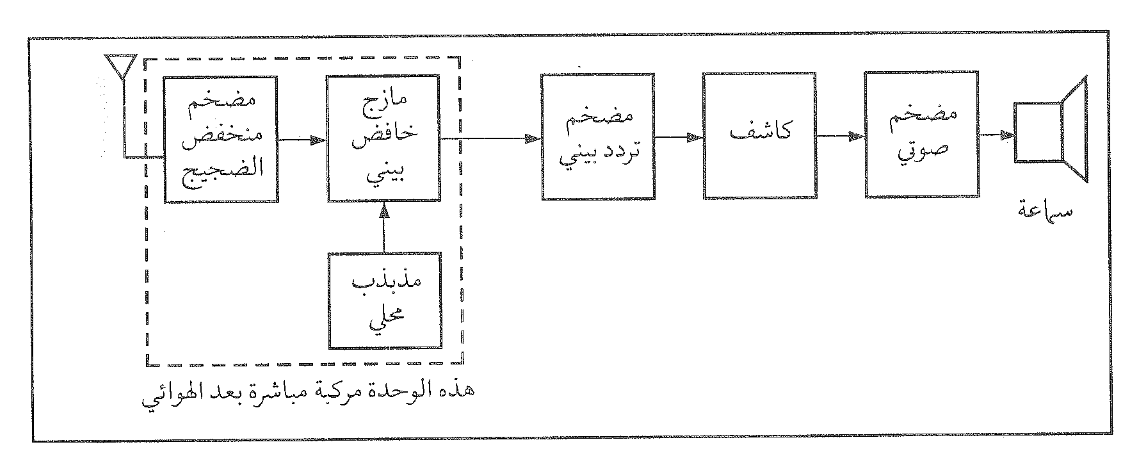
ولما كانت نسبة الإشارة إلى الضجيج هي العامل الرئيس الذي يحدد استقبال الإشارات، وأن الضجيج كما ذكرنا سابقاً يتكون في مراحل جهاز الاستقبال المختلفة مع الإشارة، إلا أن الضجيج الحراري له أهمية خاصة، ولهذا يشترط في مواصفات مراحل التضخيم أن تكون ذات معامل ضجيج منخفض. وقد وجد أن استخدام مرحلتين للتضخيم يكون كافياً في المراحل الأولية للجهاز. وبالإضافة إلى ذلك فإن تركيب مراحل التضخيم المذكورة مباشرة بعد الهوائي يعوض عن الخسارة التي ستحدث من خط النقل الذي يصل الهوائي بجهاز الاستقبال. وكذلك فإن استخدام ترانزستورات تأثير المجال ذات الضجيج المنخفض المصنوعة من زرنخيد الغاليوم تقلل من الضجيج في خرج الجهاز.

إن استقرار الترددات في المذبذبات المحلية أمر مهم جداً، وهذا يتم الحصول عليه باستخدام المذبذبات البلورية ذات درجة الاستقرار العالية.

كما وجد أيضاً أنه من المناسب استخدام دارة مازج ومذبذب محلي لتخفيض تردد الإشارة الراديوية إلى تردد آخر، وأن تكون تلك الدارات موجودة مباشرة بعد مراحل التضخيم الأولية ومركبة معها.

أما مرشح الانتقائية فيستخدم دارات خاصة تسمح بمرور النطاق المطلوب، وتستخدم البلورة كأجزاء رئيسة في مكونات ذلك المرشح.

ويوضح الشكل (٣-٦) مخططاً صندوقياً لجهاز استقبال منخفض الضجيج.



الشكل (٣-٦): المخطط الصندوقي لجهاز استقبال منخفض الضجيج

النشاط ٣ - ٢

اكتب تقريراً عن القيم الحقيقية للحساسية والانتقائية ومعامل الضجيج لجهاز استقبال سوبرهيترودااين.

أسئلة وتمرينات

١ – اشرح مستعيناً بالمخطط الصندوقي لجهاز إرسال تضمين اتساع عمل المراحل المختلفة لهذا الجهاز.

٢ – ارسم مخططاً صندوقياً لجهاز الاستقبال سوبرهيترودداين تضمين اتساع، وبين كيفية الحصول على التردد البيني. وما قيمة هذا التردد؟

٣ – ما اسم الحزم الموجودة في أجهزة الاستقبال الاذاعي البيتية؟

٤ – قارن باستخدام المخطط الصندوقي بين جهازي الاستقبال تضمين اتساع وتضمين ترددي.

٥ – اشرح باختصار أنواع الضجيج المؤثرة في أجهزة الاستقبال.

٦ – عرف كلاً من: معامل الضجيج، الانتقائية، الحساسية.

٧ – بيّن التعديلات التي تطرأ على جهاز الاستقبال ليصبح منخفض الضجيج.

٨ – اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

أ – أهم ميزة لجهاز الاستقبال سوبرهيترداين:

(١) تحويل تردد المحطات المستقبلة إلى تردد ثابت هو التردد البيني.

(٢) أنه يحتوي على دارة الكاشف.

(٣) يستطيع تضخيم الإشارات الصوتية.

ب – يكون التردد البيني لجهاز الاستقبال تضميناً ترددياً مساوياً:

(١) ٧ , ١٠ ميجا هيرتز.

(٢) ٤٥٥ كيلو هيرتز.

(٣) ١ , ٧٠ ميجا هيرتز.

جـ – ينتج الضجيج الحراري في أجهزة الاستقبال من:

(١) عناصر الدارات الكهربائية للجهاز نفسه.

(٢) حرارة أشعة الشمس صيفاً.

(٣) التداخل بين المحطات المختلفة.

د – دقة الأداء:

(١) هي الخاصية التي تبين قدرة جهاز الاستقبال على التقاط الإشارة المرسلة.

(٢) خاصية من خواص جهاز الاستقبال تبين قدرته على إنتاج صورة صحيحة عن الإشارة المرسلة.

(٣) لا شيء مما ذكر.

الـوحـدة
الرابعـــة

أجهزة الهاتـــف
(Telephone Sets)

لقد ظهـرت أنواع جـديدة من أجهـزة الهاتف، إضـافة لجهاز الهاتـف القرصي الـذي درسته في الصف السابق. فكيف تعمل هذه الهواتف؟

لقد أدخلت تحسينـات كثيرة على جهاز الهاتف القرصي، وذلك لمواكبة التطـور الهائل في المقاسم الإلكترونية، وعلى ذلك فقد ظهرت وحدات ترقيم وتنبيـه جديدة تستخدم في جهاز هاتف الكبسات وجهاز الهاتف بذاكرة، **ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

١ -تتعرف جهاز هاتف الكبسات.
٢ - تحدد مبدأ عمل جهاز الهاتف بذاكرة.
٣ - توضح مبدأ عمل نظام الهاتف الداخلي (انتركوم).
٤ - تتعرف جهاز الهاتف اللاسلكي (Cordless Telephone)

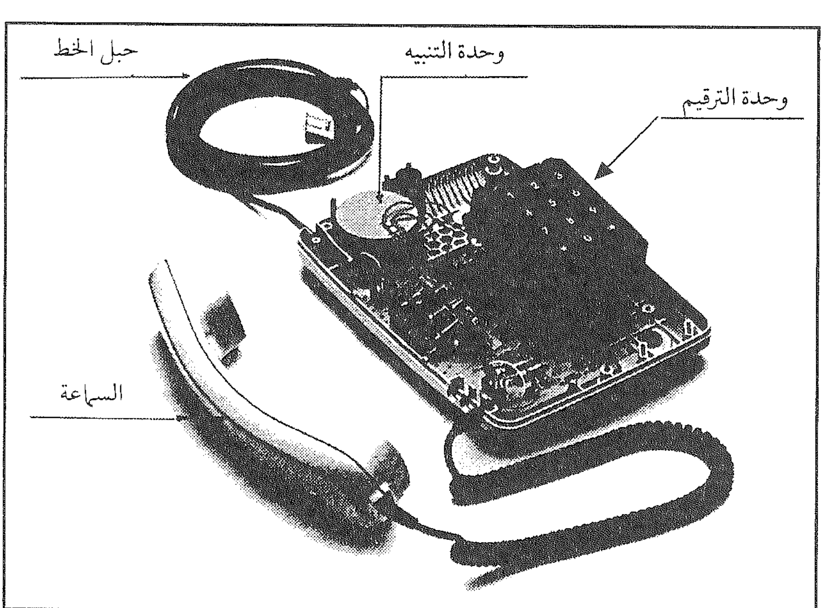
أولاً جهاز هاتف الكبسات

درست في الصف السابق جهاز الهاتف القرصي، وتعرفت مبدأ عمله وأجزاءه الرئيسة. وبظهور أجهزة هاتف جديدة، فإن أهم ما يميز أجهزة الهاتف عن بعضها هي وحدة الترقيم. ومن هنا فقد ظهر نوعان من هذه الأجهزة هما:

- جهاز الهاتف القرصي.
- جهاز الهاتف ذو الكبسات.

ولعل من المناسب تذكيرك بأن وظائف المكونات الأساسية لجهاز هاتف الكبسات مشابهة تماماً لتلك الوظائف في جهاز الهاتف القرصي. إلا أن وحدتي الترقيم والتنبيه ودارة الكلام تعمل بطريقة مختلفة، وذلك نتيجة التطور والتحسينات المهمة التي أضيفت عليهما. ويوضح الشكل (٤-١) جهاز هاتف الكبسات الذي يتكون من الوحدات الآتية:

١ - حامل السماعة (الغطاس).
٢ - وحدة التنبيه.
٣ - المرسل.
٤ - المستقبل.
٥ - الملف التأثيري ودارة الكلام.
٦ - وحدة الترقيم.



الشكل (٤-١): جهاز هاتف الكبسات

النشاط ٤-١

افتح جهاز هاتف الكبسات وتعرف الأجزاء الرئيسة المذكورة أعلاه.

ستدرس في هذه الوحدة بالتفصيل وحدتي الترقيم والتنبيه ودارة الكلام كما يأتي:

١ وحدة الترقيم

تعرف وحدة الترقيم بأنها تلك الوحدة التي تصدر إشارات كهربائية تمثل الرقم المطلوب، حيث يستقبل المقسم العام هذه الإشارات ويحللها، ويربط المشتركين معاً. تتكون وحدة الترقيم من لوحة الكبسات ودارات إلكترونية مثبتة على اللوحة الإلكترونية الرئيسة.

ويوضح الشكل (٤-٢) لوحة الكبسات التي تتكون من:

أ - الملامسات. ب - القاعدة المطاطية. ج - الكبسات.

انظر إلى الشكل (٤-٢) ما فائدة كل من القاعدة المطاطية وكبل التوصيل؟

تثبت الملامسات وخطوط التوصيل (Conductors) على صفيحة رقيقة، وتغطى بقاعدة مطاطية ترتكز عليها الكبسات، وتعمل عمل النابض لترجع الكبسة إلى مكانها بعد زوال الضغط عنها، كما توجد على الجزء الأسفل من القاعدة المطاطية ملامسات كربونية تتصل بملامسات الصفيحة عند الضغط على أي كبسة.

تتصل لوحة الكبسات مع اللوحة الإلكترونية الرئيسة لجهاز الهاتف عبر وصلة كبل خاص.

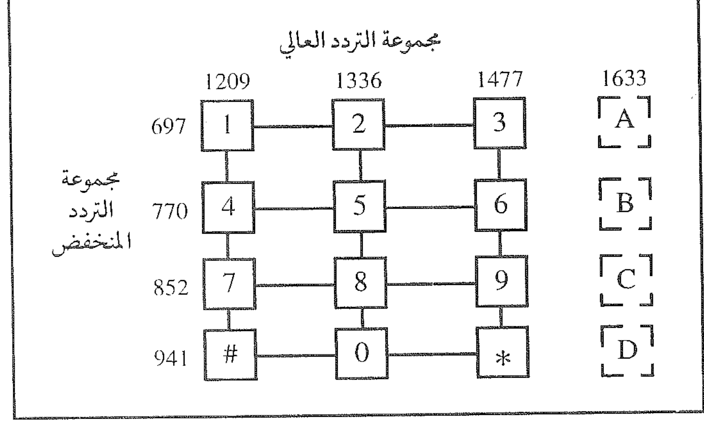
وتتكون لوحة الكبسات من (١٦) كبسة يستخدم منها (١٢) كبسة تمثل الأرقام من صفر إلى تسعة، بالإضافة الى كبستي النجمة [*] والتكرار [#].

الكبسات
القاعدة المطاطية
كبل توصيل
الملامسات
قاعدة تثبيت

الشكل (٤-٢): لوحة الكبسات

إن الضغط على أي كبسة من الكبسات يؤدي إلى تشغيل دارة إلكترونية على اللوحة الإلكترونية الرئيسة، والتي تولد نغمتين صوتيتين يتم إرسالهما عبر خط المشترك إلى المقسم العام. ولكن ماذا تمثل هذه النغمات؟

تمثل هذه النغمات الكبسات المختلفة وترسل بسرعة، ولذلك فإن الوقت اللازم لإرسال خانات المشترك المطلوب قليل با لمقارنة مع الوقت اللازم لإرسال خانات الرقم باستعمال الهاتف القرصي.



الشكل (٤-٣): ترددات لوحة الكبسات

تقسم النغمات إلى مجموعتين؛ إحداهما للتردد المنخفض (Low Group) وأخرى للتردد العالي (High Group).

وكمثال على النغمات المتولدة، فإن الضغط على الكبسة (1) يولد نغمتين ترددهما (٦٩٧، ١٢٠٩) هيرتز. وبشكل عام يوضح الشكل (٤-٣) الترددات التي تمثل أي كبسة، والتي تتكون من تردد من مجموعة التردد المنخفض، وتردد من مجموعة التردد العالي.

ويمكن معرفة ترددات أي كبسة من تقاطع مجموعة التردد المنخفض مع مجموعة التردد العالي عند تلك الكبسة. فمثلاً الكبسة (٨) تمثل بالترددين (٨٥٢، ١٣٣٦) هيرتز.

تمرين

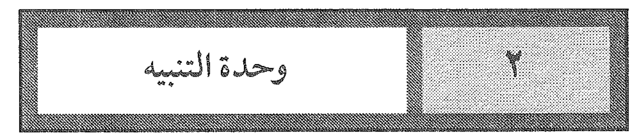
حدد الترددات الممثلة لكل من الرقم (0) والرقم (3).

وبما أن كل رقم يحتاج إلى ترددين لتمثيله، فقد سميت أجهزة الهاتف ذات الكبسات التي تستخدم هذا النمط من وحدات الترقيم، أجهزة هاتف الكبسات ذات النغمة المزدوجة متعددة الترددات. وكمثال على وحدة الترقيم، فإننا سنشرح وحدة ترقيم الجهاز (Krone) كما هو موضح في الشكل (٤-٤).

تتألف هذه الوحدة من الدارة المتكاملة (IC301) والعناصر الإلكترونية ولوحة الكبسات المرتبطة بها. فعندما يرفع المشترك سماعته عن الغطاس، ويسمع نغمة الحرارة ويضغط على أي كبسة، فإن الملامس (S_1) يفصل والملامس (S_2) يغلق، فيؤدي ذلك إلى قطع فرق الجهد المستمر عن دارة الكلام، وبالتالي تصبح مفصولة عن خط المشترك.

تستخدم (IC301) البلورة (Q301) لتوليد ذبذبة بتردد (٦ ,٣) ميجا هيرتز. إن الضغط على أي كبسة والسماعة مرفوعة سيؤدي إلى تشغيل دارات تقسيم التردد في (IC301)؛ أي لقسمة التردد (٦ ,٣) ميجا هيرتز على نسب تقسيم مختلفة، وذلك لتوليد النغمات الخاصة بكل كبسة.

وتنتقل النغمات من مخارج الدارة المتكاملة (IC301) إلى الخط عن طريق مرشحات خاصة. يعمل الثنائيان (D108, D107) كمحدد لحماية دارة الكلام والترقيم من أي فولطية زائدة تنشأ عن عملية الترقيم.

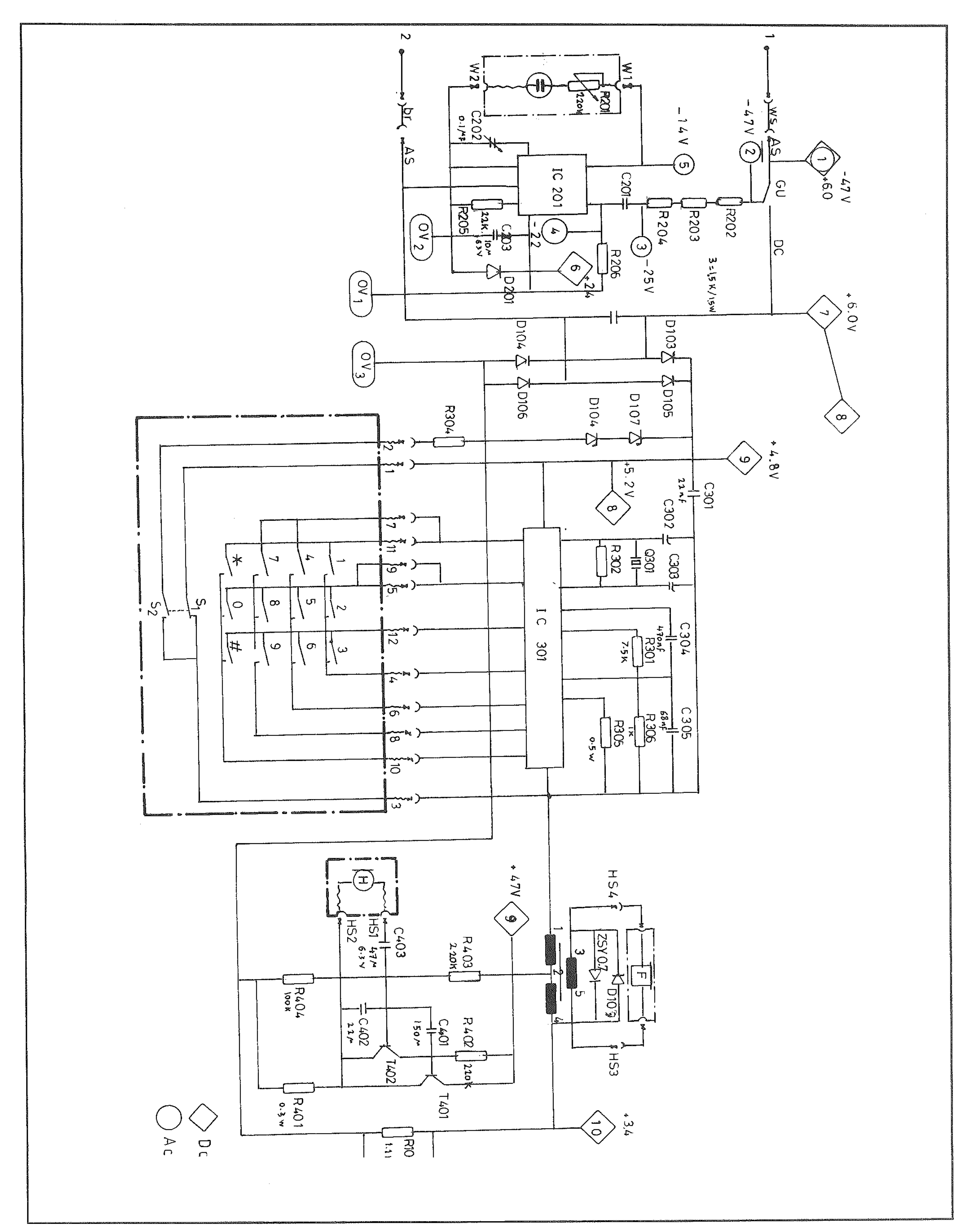


٢ وحدة التنبيه

تختلف وحدة التنبيه في هاتف الكبسات عنها في الهاتف القرصي، حيث تتكون هذه الوحدة من دارات الكترونية تقوم باستقبال تيار التنبيه المتناوب وتحويله إلى تيار مستمر لتشغيل دارة التنبيه. ومما يجدر ذكره أن جميع الشركات التي تصنع أجهزة الهاتف تستخدم المبدأ نفسه في تصنيع وحدات التنبيه في أجهزتها.

وبالرجوع إلى الشكل (٤-٤) نجد أن وحدة الترقيم ودارة الكلام تكونان مفصولتين عن خط المشترك إذا كانت السماعة على حامل الغطاس، وذلك لأن الملامس (Gu) يكون في حالة الفصل. وإذا أرسل المقسم تيار جرس إلى هاتف نوع (Krone) فإن فولطية متناوبة (٧٥-١٠٥) فولط تتكون بين النقطتين (١)، (٢) اللتين تصلان خط المشترك بالمقسم.

يمر تيار الجرس عبر المسارات IC201 ← C201 ← R204 ← R203 ← R202 التي تحتوي على قنطرة تقويم (Bridge Rectifier) وثنائي زينر ثم تصل إلى النقطة (٢) من خط المشترك. وبذلك نجد أن الجرس المتناوب يشغّل الدارة المتكاملة (IC201) التي تحتوي أيضاً على مذبذبات مختلفة تغذي بدورها سماعة خاصة مصنوعة من بلورة الكوارتز، فتحول الطاقة الكهربائية إلى صوت هو نغمة التنبيه المعروفة، كما هو موضح على النقطة (5) من الدارة المتكاملة (IC201). ويعمل المواسع (C203) على تنعيم الصوت الصادر عن وحدة التنبيه. أما المواسع (C201) فيحجب التيار المستمر من الدخول إلى وحدة التنبيه، كما يستخدم كسعة لجهاز الهاتف تدل في أثناء فحص المقسم لخط المشترك على أن جهاز الهاتف مربوط على الخط. أما القنطرة المكوّنة من (D103 - D106) فتعمل على ضمان ربط الهاتف بصورة صحيحة مهما اختلفت قطبية سلكي خط المشترك؛ أي أنه إذا عكس المشترك سلكي ربط جهاز الهاتف فلا يتأثر عمله.



الشكل (٤-٤): المخطط التمثيلي لهاتف نوع (KRONE)

٣ دارة الكلام

يستخدم المرسل الدينامي في دارات الكلام في هواتف الكبسات الحديثة، حيث يمتاز عن المرسل الكربوني بتحويله الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية بطريقة مشابهة لعمل وحدة المستقبل ذي الغشاء المغنط التي درستها في الهاتف القرصي.

كما يحتوي دارة الكلام على مضخمات تضبط مستوى الصوت الصادر عن هاتف المشترك، بغض النظر عن بعد هذا الهاتف عن المقسم، طالما أنه يقع في المدى الذي يعمل فيه هذا المقسم. وبذلك فإن مستوى الصوت في أقرب نقطة من المقسم يكون إلى حد كبير مشابه لمستوى الصوت عند أبعد نقطة.

وبالرجوع إلى الشكل (٤-٤) نجد أن دارة الكلام تتكون من المرسل والمضخم والملف التأثيري والمستقبل.

عندما يرفع المشترك سماعته لاستقبال مكالمة واردة، فتنقطع أولاً إشارة التنبيه بوساطة الملامس (Gu) الذي يصل بدوره دارة الكلام. مروراً بالملامس (S1) والقنطرة (D103 - D106) إلى خط المشترك. إذا تكلم الشخص في المرسل، فإن الإشارة الصوتية الخارجة تضخَّم بالمضخمات المكونة من (T402, T401) وبوساطة الملف التأثيري تصل الإشارة الصوتية إلى خط المشترك. المواسع (C403) يحجب التيار المستمر عن المرسل. أما في حالة الاستقبال فتصل الإشارة الصوتية الواردة إلى المستقبل عن طريق الملف التأثيري، بينما يعمل الثنائيان (D109) كمحدد لمنع زيادة الإشارة في المستقبل عن مستوى معين.

ولكن كيف يمكن التحكم بعمل المضخم؟

إن التيار الذي يمر في خط المشترك ويعتمد على بعد المشترك عن المقسم يولد فرق جهد على طرفي المقاومة (R104) التي تتغير قيمتها تبعاً للتيار المار بها؛ أي أن فرق الجهد يعتمد على بعد المشترك عن المقسم. إن فرق الجهد الذي يغذي المضخم يتغير حسب بعد المشترك عن المقسم؛ أي أن التضخيم يكون كبيراً في الحالة البعيدة عن المقسم، وقليلاً في الحالة القريبة من المقسم، وبهذا يبقى مستوى الصوت ثابتاً.

النشاط ٤ - ٢

ارسم المخطط الصندوقي المكافىء للمخطط التمثيلي في الشكل (٤-٤).

ثانياً أجهزة الهاتف ذوات الترقيم النبضي

ما المقصود بالترقيم النبضي؟

لعله من المناسب أن نذكر أنه توجد هواتف كبسات تستخدم وحدة ترقيم تولد نبضات كهربائية مشابهة للنبضات التي تولدها أجهزة الهاتف القرصي، وتسمى هذه الأجهزة أجهزة الهاتف النبضية ذوات الكبسات (Decadic Push Button Telephone Sets) إلا أنها تختلف عن هواتف الكبسات التي تولد نغمات صوتية بأنه لدى الضغط على كبسة، فإن ذلك يؤدي إلى تشغيل دارة إلكترونية تولد نبضات عددها مساوٍ عدد النبضات التي يولدها الهاتف القرصي عندما تدير القرص على الرقم ذاته الموجود على الكبسة التي ضغطت عليها. أما الوحدات الأخرى في هذه الأجهزة فهي تشبه الوحدات المستخدمة في الهاتف القرصي وهاتف الكبسات.

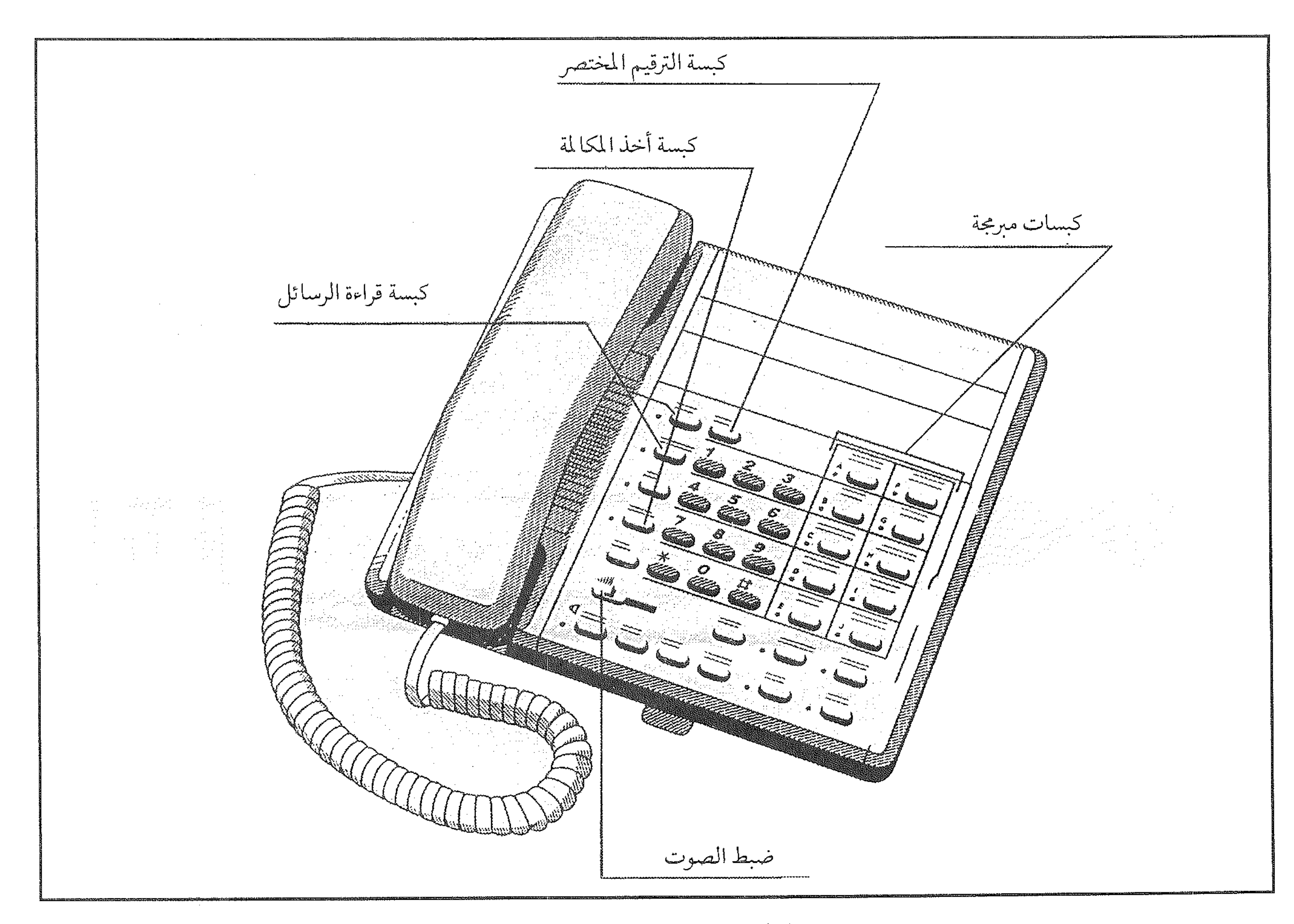
النشاط ٤ - ٣

ارسم الدارة الإلكترونية التي تولد النبضات في جهاز هاتف ترقيم نبضي.

ثالثاً جهاز الهاتف بذاكرة

كيف نستفيد من ذاكرة الهاتف؟

إن جهاز الهاتف بـذاكرة يشبه هاتف الكبسـات، مع إضافة دارات إلكترونيـة على اللوحة الرئيسـة، بحيث تستطيع هذه الدارات تخزين أرقام هاتفية تصل إلى عشرين رقماً أو أكثر. يعطى كل رقم مخزن رمزاً أو كبسة على لوحة الكبسات، بحيث يمكن طلب ذلك الرقم بمجرد الضغط على تلك الكبسة أو الضغط على الكبسات التي تمثل ذلك الرمز دون الحاجة إلى إرسال الرقم المطلوب كاملاً. ويسمى ذلك اختصار الترقيم. تستخدم هذه الأجهـزة بكثرة لدى الشركات والمكاتب الحكومية ورجال الأعمال لا سيما لتخـزين الأرقام الـوطنية والـدولية، مما يختصر وقت الترقيم ويقلل الأخطاء. وتجدر الإشـارة إلى أن هذه الهواتف مـزودة بوحدة تغذية دائمة لتوفير الطاقة اللازمة للحفاظ على الأرقام المخزنة داخل الذاكرة. ويوضح الشكل (٤-٥) هاتفاً بذاكرة.



الشكل (٤-٥): جهاز الهاتف بذاكرة

النشاط ٤ – ٤

خزّن عشرين رقماً في جهاز هاتف بذاكرة متوافر لديك .

أعطال جهاز هاتف الكبسات وصيانته

هل تختلف أعطال هاتف الكبسات عن أعطال الهاتف القرصي؟

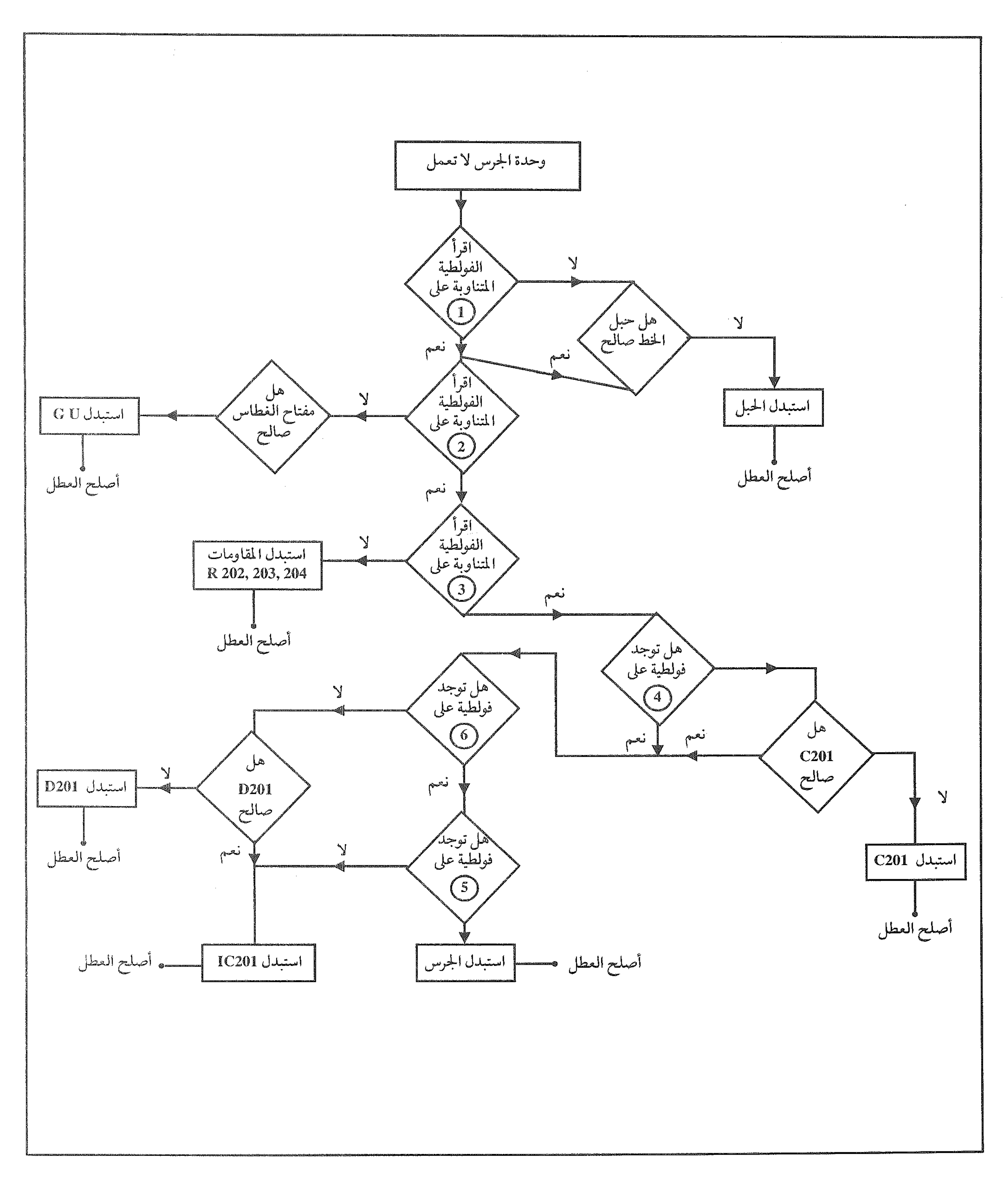
ألا توجد طرق خاصة لتحديد تلك الأعطال؟

من حيث المبدأ، فإن أعطال أجهزة هاتف الكبسات تشبه أعطال الهاتف القرصي، ويمكن حصرها فيما يأتي:

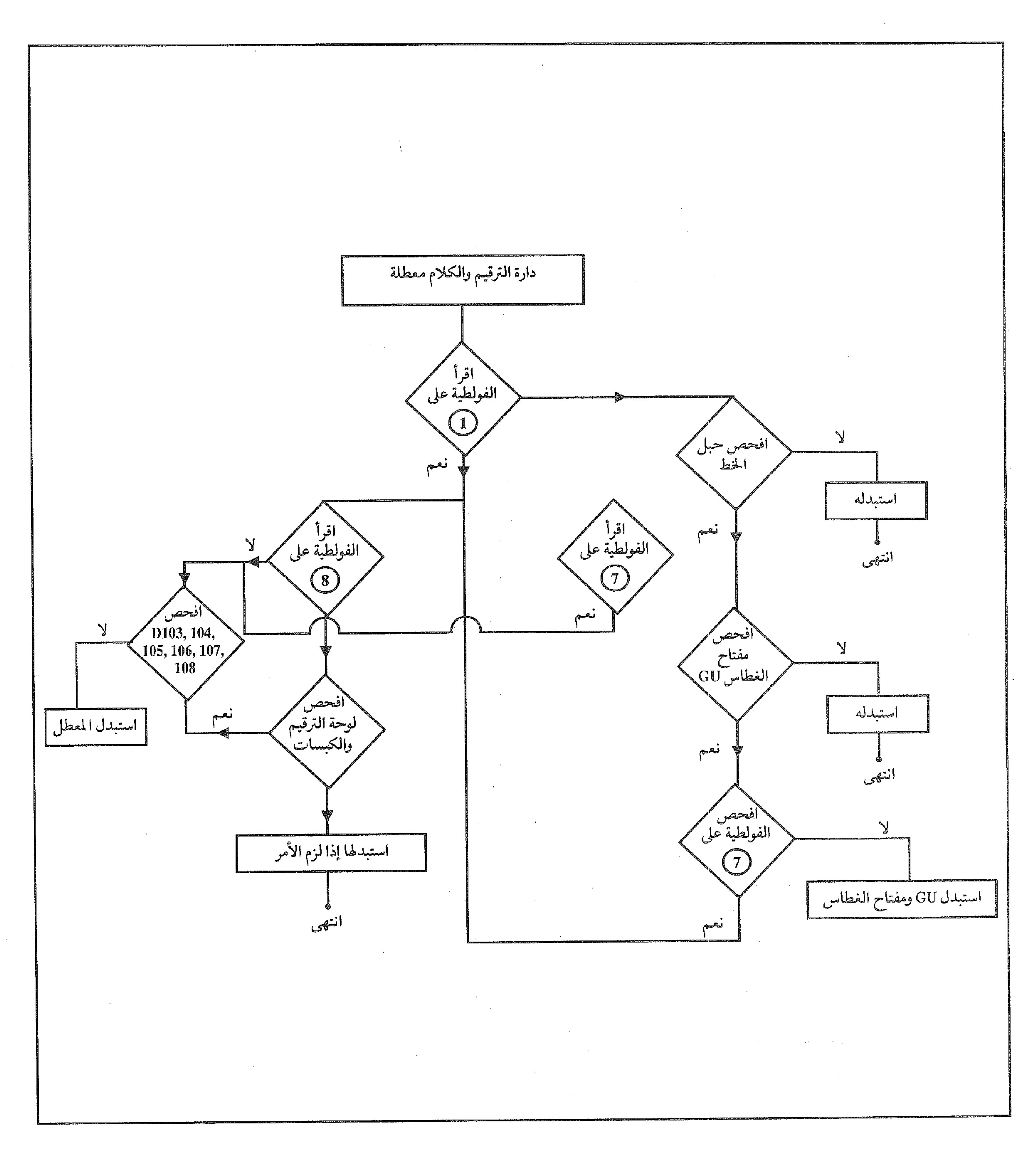
١ – انقطاع نغمة الحرارة.
٢ – استمرار استقبال نغمة الحرارة على الرغم من المباشرة بعملية الترقيم.
٣ – المشترك المطلوب لا يستقبل، ولا يسمع شيئاً.
٤ – تقطع الكلام في أثناء إجراء المكالمة.
٥ – حدوث مشكلات في الترقيم.
٦ – جرس التنبيه لا يعمل.
٧ – عدم وجود نغمة جانبية.
٨ – النغمة الجانبية عالية جداً.
٩ – حدوث جرس متقطع متابع للترقيم.
١٠ – مفتاح الغطاس لا يعمل.
١١ – ضعف مستوى الإرسال والاستقبال للكلام.

لمعالجة هذه الأعطال، يمكنك إجراء الفحوصات التي ذكرت عند إصلاح الأعطال في الهاتف القرصي، وبالإضافة إلى ذلك فستدرس إصلاح الدارات الآتية في هاتف الكبسات من نوع (Krone):

١ – إصلاح أعطال وحدة التنبيه، كما هو موضح في الشكل (٤–٦).
٢ – إصلاح أعطال وحدة الترقيم والكلام، كما هو موضح في الشكل (٤–٧).
٣ – إصلاح أعطال دارة الكلام، كما هو موضح في الشكل (٤–٨).
٤ – إصلاح أعطال دارة الاستقبال، كما هو موضح في الشكل (٤–٩).
٥ – إصلاح أعطال دارة الإرسال، كما هو موضح في الشكل (٤–١٠).



الشكل (٤-٦): خطوات إصلاح أعطال وحدة التنبيه



الشكل (٤-٧): خطوات إصلاح أعطال وحدة الترقيم، ودارة الكلام إذا كانتا لا تعملان معاً

دارة الكلام معطلة

افحص الفولطية على 8

لا

افحص نقاط التوصيل على لوحة الكبسات

نعم

استبدل لوحة الكبسات

انتهى

نعم

هل يوجد فولطية على 9

لا

استبدل الملف التأثيري

انتهى

نعم

هل يوجد فولطية على 10

لا

نعم

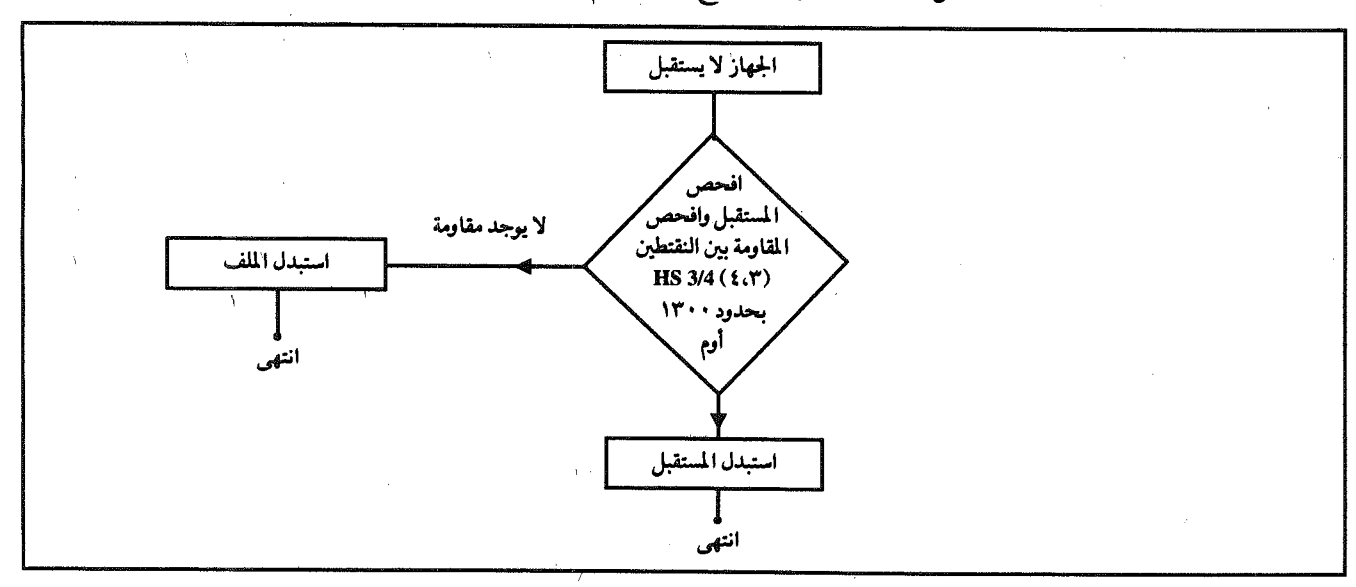
افحص المستقبل والمرسل

نعم

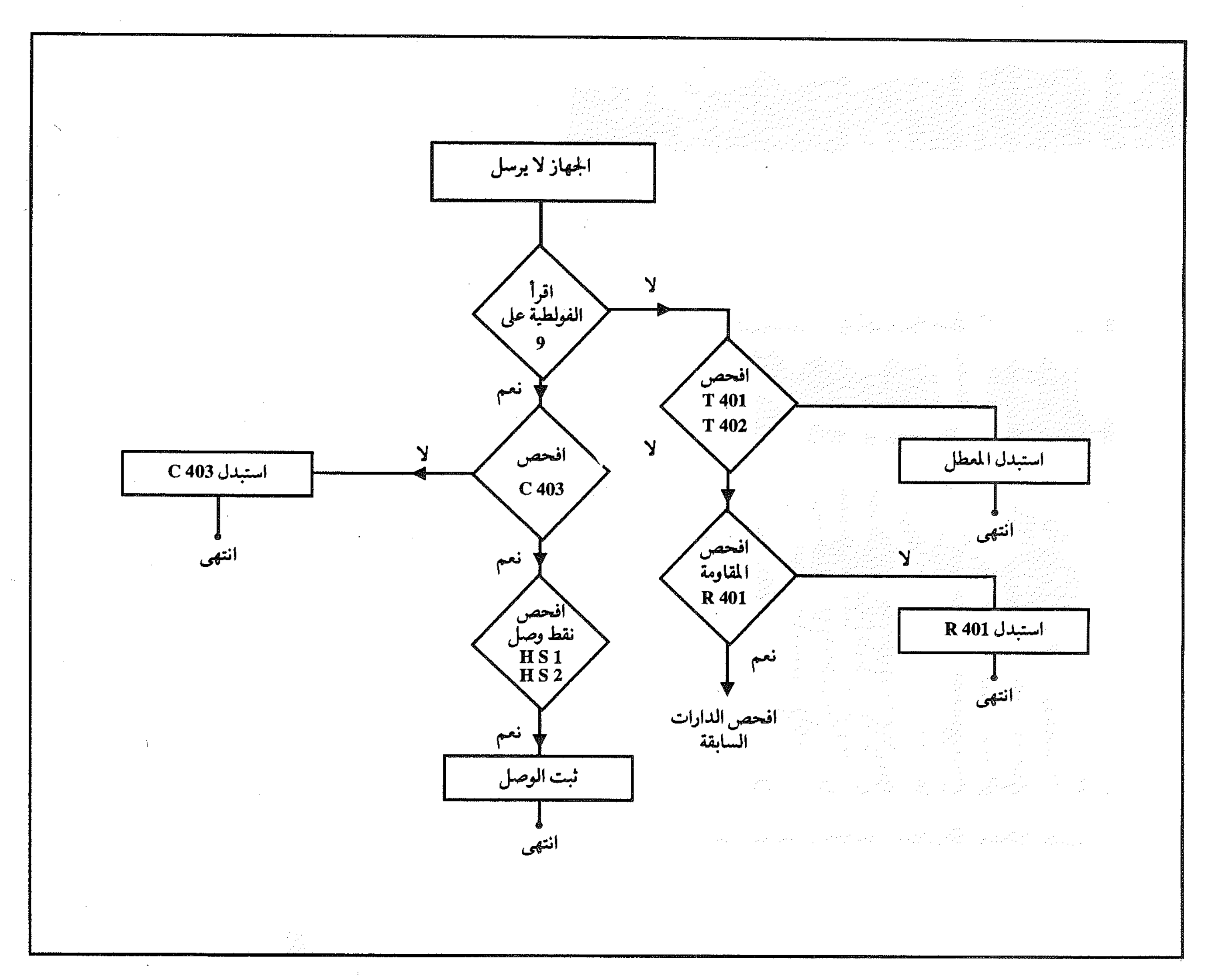
استبدل أحدهما أو كليهما

انتهى

الشكل (٤-٨): خطوات إصلاح دارة الكلام إذا كانت معطلة وحدها



الشكل (٤-٩): خطوات إصلاح أعطال دارة الاستقبال



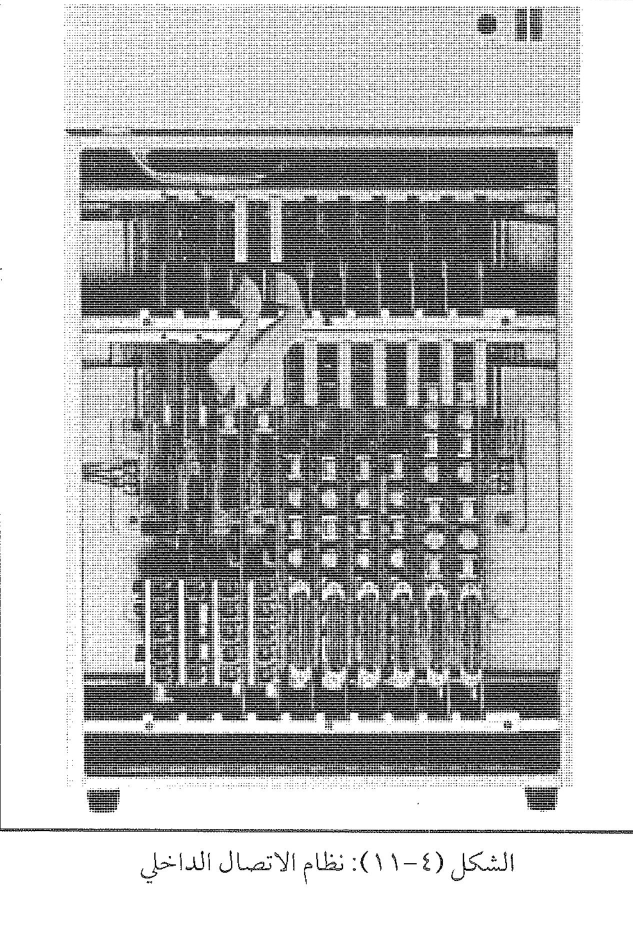
الشكل (٤-١٠): خطوات اصلاح أعطال دارة الإرسال

رابعاً نظام الاتصال الداخلي

ما المقصود بنظام الاتصال الداخلي؟ أين يستخدم هذا النظام؟

يعرف نظام الاتصال الداخلي بأنه ذلك النظام الذي يوفر وسيلة اتصال لمجموعة عمل داخل مكاتب متجاورة تؤدي مهمة دورية مثل: مكتب لرئيس دائرة أو شركة أو فرع بنك. ويوضح الشكل (٤-١١) صورة لنظام اتصال داخلي. إن أنظمة الاتصال الداخلي هي شكل من أشكال المقاسم الفرعية التي ستدرسها لاحقاً.

تستخدم أنظمة الاتصال الداخلي شبكة سلكية خاصة لتأمين الاتصال بين المشتركين (الفروع) على هذا النظام، كما يرتبط هذا النظام مع شبكة الاتصالات الوطنية بعدد من الأرقام الهاتفية لتأمين حاجة الفروع لإجراء اتصالات خارجية.



الشكل (٤-١١): نظام الاتصال الداخلي



الشكل (٤-١٢): هاتف الاتصال الداخلي

وهنا قد تسأل: ما ميزات هذا النظام؟

تتصف أنظمة الاتصال الداخلي بما يأتي:

١ - محدودية المنطقة التي تغطيها، حيث لا تزيد مسافة أبعد فرع عن (٥٠) متراً، بينما تصل هذه المسافة إلى (٣) كيلومترات أو أكثر في المقاسم الفرعية.

٢ - تتطلب أنظمة الاتصال الداخلي أجهزة هاتف خاصة للفروع تختلف عن أجهزة الهاتف العادية، حيث تحتوي على ميزات فنية تمكن أي مستخدم من الإجابة عن المكالمات الخارجية الواردة، إضافة إلى مقدرتها على التعامل مع التسهيلات التي يوفرها نظام الاتصال الداخلي. ويوضح الشكل (٤-١٢) هاتف الاتصال الداخلي.

٣ - ترتبط أجهزة الهاتف في نظام الاتصال الداخلي مع الوحدة

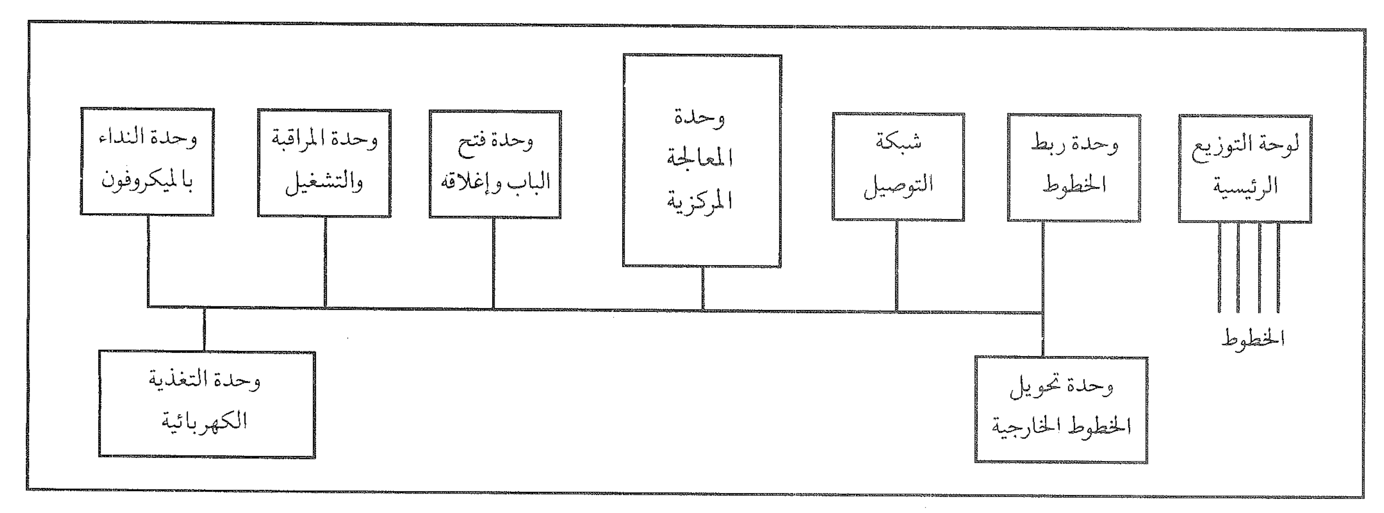
الرئيسة بزوجين من الأسلاك على الأقل، وهناك أنظمة اتصال داخلي يحتاج فيها ربط جهاز الهاتف الداخلي مع الوحدة الرئيسة إلى ستة أو ثمانية أزواج من الأسلاك.

٤ - لا تحتاج أنظمة الاتصال الداخلي إلى مأمور مقسم؛ لأن أي جهاز هاتف يمكنه القيام بهذه المهمة، لا سيما في استقبال المكالمات الخارجية الواردة.

٥ - يتم تصنيع أنظمة الاتصال الداخلي بسعات مختلفة تمثل عدد الخطوط الخارجية والداخلية التي يمكن ربطها على النظام، فمثلاً النظام (٢+٦) مجهز بخطين خارجيين وستة خطوط فرعية داخلية.

١ المكونات الأساسية لنظام الاتصال الداخلي

يتكون النظام الداخلي من عدد من الوحدات الأساسية كما هو موضح في الشكل (٤-١٣)، وستدرس شرحاً مختصراً عن وظائف هذه الوحدات:



الشكل (٤-١٣): المخطط الصندوقي لنظام الاتصال الداخلي

أ - لوحة التوزيع الرئيسة

وتتكون من مجموعة من وحدات ربط الأسلاك، وتستخدم لربط الشبكة السلكية التي تربط أجهزة هاتف نظام الاتصال الداخلي مع وحدات ربط الخطوط الداخلية والخارجية.

ب - وحدة ربط الخطوط

وهي مجموعة لوحات إلكترونية تستخدم لربط الخطوط مع نظام الاتصال الداخلي، وتؤدي هذه اللوحات وظائف عدة؛ منها تزويد الفروع بالتغذية اللازمة لتشغيل هواتفهم، وتوصيل إشارات الفروع إلى وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit)، وإشارات وحدة المعالجة المركزية إلى الفروع أيضاً. ويوجد نوعان من هذه اللوحات؛ أحدهما لربط الفروع الداخلية، والآخر لربط الخطوط الخارجية، ويمكن للوحة الواحدة ربط أكثر من فرع أو خط خارجي عليها.

ج - وحدة تحويل الخطوط

تستخدم هذه الوحدة لتحويل الخطوط الخارجية (Central Office Lines) إلى هواتف الفروع الداخلية عند تعطل

نظام الاتصال الـداخلي بشكل كامل، وذلك بهدف استقبال المكالمات الخارجية، والاستفادة من الخطـوط الخارجية لإجراء مكالمات خارجية.

د - شبكة التوصيل (Switching Network)

ومهمتها تأمين مسـار للكلام بين المشترك الطـالب والمطلوب. كما تؤمن مسـارات لاستقبال إشـارات الترقيم ونغمة الحرارة وغيرها. وستدرس هذه الشبكة بالتفصيل لاحقاً.

هـ - وحدة المعالجة المركزية

وهي حاسـوب صغير متخصص لتنفيذ البرامج الخاصـة بإجراء المكالمات الهاتفيـة بين الفروع والمكالمات الخارجية الصادرة والواردة، كما تنفذ برامج لتشخيص الأعطال، وتحميل بـرامج التشغيل الخاصة بنظام الاتصال الداخلي، وهي أهم وحدة من وحدات هذا النظام.

و - وحدة النداء بالميكروفون (Paging Unit)

وتتكـون من مضخمات صوتيـة وعـدد من الميكـروفونـات الموزعـة في المكاتب، وذلـك لتأمين الاتصال المبـاشر بين العاملين دون استخـدام الترقيم. وتتوافر في بعض الأنظمـة سماعات لسماع صـوت النداء عبرها في جميع المكـاتب، فيتابع الشخص المعني هذا النداء ويجيب عنه.

ز - وحدة التحكم في فتح الباب وإغلاقه

تتكون من سماعة ووحدة نـداء، بالإضافة إلى قفل خاص تركب جميعهـا على المدخل الرئيس، كما يصلها خط اتصال مع وحدة التحكم الموجـودة داخل نظام الاتصال الداخلي. عنـدما يريـد شخص ما الدخول إلى مبنى تلك الشركـة مثلاً، فإنه يضغط على كبسة معينة في الوحدة المركبة على البـاب، فيؤدي ذلك إلى إرسال إشارة صوتية إلى الشخص المعني، فيقوم الموظف بالضغط على كبسة التحكم التي تقوم بدورها بفتح الباب.

ح - وحدة المراقبة والتشغيل (Operational Status Lamps)

إن وحدة المراقبة والتشغيل هي لوحـة إلكترونية بسيطة مركب عليها مجموعـة من المصابيح تعطي للمسؤول عن تشغيل نظام الاتصال الداخلي تلخيصاً عن حالة عمل النظام. كما تصـدر هذه الوحدة وبناء على الأوامر الصادرة من وحدة المعالجة المركزية، إشارات إنذار وتنبيه تتعلق بحاجة النظام إلى أعمال صيانة؛ كانقطاع التيار الكهربائي الذي يغذي النظام مثلاً.

ط - وحدة التغذية الكهربائية (Power Supply Unit)

وتستخدم لتزويـد النظام بالطاقـة الكهربائية، فتحـول التيار المتناوب إلى تيار مستمـر تحتاجه اللوحـات الإلكترونية المختلفة التي يتشكل منهـا نظام الاتصال الـداخلي. وقد تشتمل وحـدة التغذية الـرئيسة على بطاريـات احتياطية لتغـذية النظام لفترة زمنية محددة في الحالات التي ينقطع فيها التيار الكهربـائي الرئيس، وذلك للمحافظة على استمرار عمل الجهة التي تستخدم نظام الاتصال الداخلي. وعلى الأغلب تكون هذه البطاريات من نوع نيكل كادميوم أو بطاريات سائلة.

٢ خصائص نظام الاتصال الداخلي

لقـد تم تصميم أنظمـة الاتصـال الـداخلي لخدمة أعمال المؤسسـات والشركـات الصغيرة. ومن هنـا فقـد تم أخـذ جميع

متطلبات الاتصال في مكاتب تلك المؤسسات والشركات بالاعتبار لتزيد من فاعلية العمل والأداء. إن نظام الاتصال الداخلي يزود بهذه الخصائص بوساطة برامج خاصة، وبعضها الآخر يستدعي إضافة لوحات إلكترونية للحصول على الخصائص الجديدة. إن عدد الخصائص التي يمكن إضافتها كبير، ويمكن الرجوع إلى كتب التعليمات الصادرة عن الشركات الصانعة لمعرفة تلك الخصائص، وسنكتفي فيما يأتي بعرض بعض الخصائص المهمة.

أ - خصائص وتسهيلات للخطوط الخارجية

نبين فيما يأتي بعض الخصائص المهمة:

١ . استقبال مكالمة على الخط الخارجي وإرسالها بالضغط على كبسة واحدة في جهاز هاتف نظام الاتصال الداخلي.
٢ . توصيل مكالمة وردت على خط خارجي لشخص موجود خارج الموقع وتتصل بخط خارجي.
٣ . الاتصال في أثناء انقطاع التغذية الكهربائية عن النظام.
٤ . تحويل المكالمات للشخص المعني.
٥ . إصدار إشارات تنبيه للمكالمات الخارجية تختلف عنها للمكالمات الداخلية.

ب - خصائص وتسهيلات أخرى

١ . التحدث في اتجاهين (Call Waiting) مما يسمح لشخص أن يجيب عن مكالمة وردته وهو مشغول بمكالمة سابقة، حيث يضع المكالمة السابقة في حالة انتظار.
٢ . أخذ المكالمة الواردة (Call Pickup) حيث تسمح هذه الخاصية للشخص المجاور بأن يجيب عن مكالمة وردت لشخص غير موجود في مكتبه لحظة ورود المكالمة.
٣ . إجراء مكالمة مع أشخاص عدة (Call Conference).
٤ . إظهار الوقت والتاريخ على شاشة جهاز الهاتف

٣ صيانة نظام الاتصال الداخلي

تتعرض أجهزة نظام الاتصال الداخلي -كغيرها من الأجهزة- إلى أعطال، ويمكن تصنيف هذه الأعطال كما يأتي:

- أعطال البرمجيات.
- أعطال الأجهزة والوحدات.

وبما أن أنظمة الاتصال الداخلي الحديثة تعمل بتحكم وسيطرة وحدات معالجة مركزية وبرامج مخزونة في الذاكرات التابعة لوحدات المعالجة المركزية، فإن صيانة هذه الأنظمة يتطلب تدريب مختصين بدورات صيانة مكثفة، إضافة لتدريبهم على طريقة تحميل أنظمة الاتصال الداخلي بالبرامج والمعلومات التشغيلية، وكذلك تدريبهم على كيفية حفظ هذه المعلومات لاستخدامها مرة ثانية إذا ما حدث عطل رئيس في نظام الاتصال الداخلي.

ومن جهة أخرى يتم تدريب الموظفين المختصين على طريقة التعامل مع وحدات النظام المختلفة، وطريقة فتح النظام وإغلاقه، وتبديل اللوحات الإلكترونية ووحدات التغذية، وكتابة التقرير اللازم المتعلق بأعطال الوحدات لإرسالها إلى المشغل من أجل إصلاحها. وما يجب ذكره أنه يجب الرجوع إلى كتب التشغيل والصيانة المعدة من قبل الشركات الصانعة في أثناء معالجة الأعطال. كما يمكن استخدام برامج خاصة لتحديد الأعطال.

ومن الملاحظ أن أعطال البرمجيات تكون قليلة جداً، وعلى الأغلب تكون ناتجة عن خطأ مصنعي أو خطأ في تحميل

المعلومات إلى النظام. أما أعطال الأجهزة والوحدات فيمكن إجمالها كما يأتي:

أ - أعطال وحدة التغذية

تتعرض هذه الوحدة لأعطال يمكن أن يكون سببها انقطاع تيار الشركة، مما يؤدي إلى توقف أحد عناصرها عن العمل مؤقتاً، ويحتاج إعادتها إلى العمل الضغط على كبسة (Reset).

وقد يكون السبب أحياناً انصهار المصهّر، وفي هذه الحالة يستبدل بمصهّر جديد بالمواصفات نفسها. أما إذا حدث تعطل في اللوحة الإلكترونية في وحدة التغذية، فتستبدل اللوحة المعطلة بأخرى سليمة، وترسل المعطلة إلى المشغل لإصلاحها.

ب - أعطال أجهزة الهاتف العائدة للفروع

تتعرض أجهزة الهاتف إلى أعطال منها:

١ . تعطل وحدة الإرسال.
٢ . تعطل وحدة الاستقبال.
٣ . تعطل إحدى الكبسات المستخدمة لبعض الخدمات
٤ . تعطل حبل السماعة أو حبل الخط الداخلي.
٥ . تعطل اللوحة الإلكترونية الرئيسة في الهاتف.
٦ . تعطل وحدة الترقيم.
٧ . إضافة إلى ذلك، فقد تحدث أعطال في جهاز الهاتف مثل: احتراق مصباح الإنذار، أو تعطل دارة التنبيه والجرس وغيرها.

ج - أعطال وحدة المعالجة المركزية

ويمكن تلخيصها كما يأتي:

١ . النظام متوقف كلياً عن العمل، ويمكن أن يكون السبب تعطل وحدة التغذية، أو وحدة المعالجة المركزية أو شبكة التوصيل.
٢ . بعض الأرقام لا تعمل، وقد يكون سبب ذلك تعطل في وحدة ربط الخطوط، أو قطع في أسلاك التوصيل على وحدة التوزيع.
٣ . النظام لا يعطي نغمات الحرارة والمشغول وغيرها، وقد يكون ذلك بسبب تعطل وحدة توليد النغمات، أو عطل محدود في شبكة التوصيل.
٤ . النظام لا يصدر إشارة التنبيه، ويمكن أن يكون سبب ذلك تعطل وحدة توليد تيار الجرس في نظام الاتصال الداخلي.
٥ . أعطال متفرقة كتعطل وحدة النداء، أو وحدة تحويل المكالمات وغير ذلك.

النشاط ٤ - ٥

ادرس «كتالوج» أحد أنظمة الاتصال الداخلي، واكتب تقريراً عن خصائص جهاز الهاتف في النظام.

خامساً جهاز الهاتف اللاسلكي

ما الهاتف اللاسلكي؟ ما ميزاته؟

يتكون جهاز الهاتف الداخلي كما هو موضح في الشكل (٤-١٤) من وحدة متنقلة (Hand Held Unit) ووحدة ثابتة (Base Station) ترتبط مع خط المشترك الذي بدوره يربطها مع المقسم العام. يتم الاتصال لاسلكياً بين الوحدة الثابتة والمتنقلة، وبذلك يمكن اعتبار أن كل وحدة تتكون من دارات للإرسال ودارات للاستقبال. ويوضح الشكل (٤-١٥) المكونات الأساسية لجهاز الهاتف الاسلكي.



الشكل (٤-١٤): جهاز الهاتف اللاسلكي

١ ميزات أجهزة الهاتف اللاسلكية

تمتاز هذه الأجهزة بما يأتي:

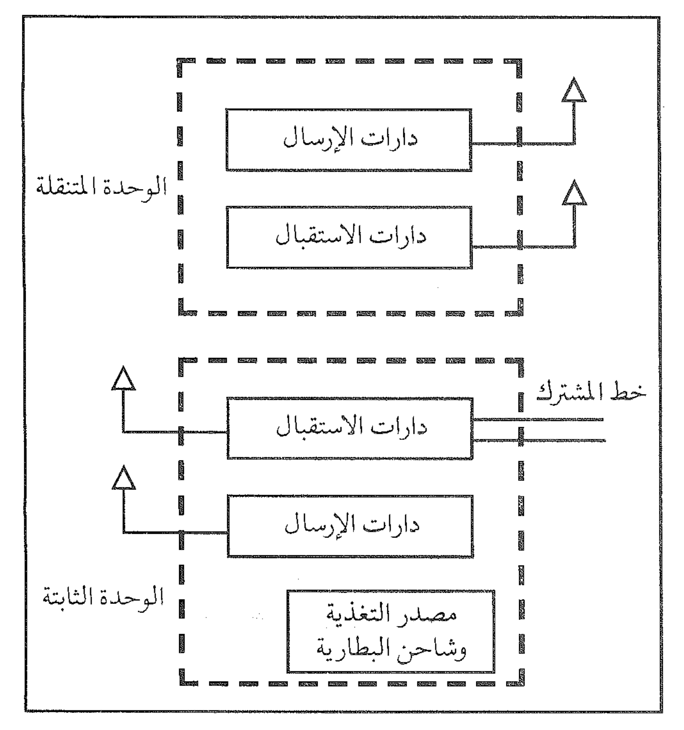
أ - يمكن استخدامها لإجراء مكالمات أو استقبال مكالمات ضمن دائرة قطرها (٣٠٠) متر. كما توجد أجهزة تعمل على مجال أوسع.

ب - تجهز الوحدة المتنقلة ببطارية قابلة للشحن غالباً ما تكون من نوع النيكل كادميوم، وتمكن الوحدة من العمل لساعات طويلة، قد تصل إلى خمس أو ست ساعات قبل شحنها مرة أخرى.

ج - يستخدم هذا الهاتف كنظام اتصال داخلي بين الوحدة المتنقلة والوحدة الثابتة دون التأثير في استقبال المكالمات الواردة.

د - تخزين الأرقام في الذاكرة مع إمكانية إعادة الرقم المطلوب الاتصال به (Last Number Redial).

هـ - توفر السرية في الاتصال عن طريق الرمز السري لكل وحدة، حيث إن دارات الاستقبال لا تعمل إلا إذا استلمت الرمز السري. كما يمنع الرمز السري إمكانية إجراء مكالمات باستخدام الوحدة المتنقلة حتى لو كانت تعمل على التردد نفسه.



الشكل (٤-١٥): المكونات الأساسية لجهاز الهاتف اللاسلكي

و - يمكن لهذه الأجهزة إرسال إشارات الترقيم النبضي وترقيم النغمات.

ز - توفر إمكانية تغيير ترددات الإرسال والاستقبال؛ أي وجود أكثر من قناة للاتصال، وهذا يساعد على التخلص من التشويش، أو التداخل مع أنظمة الاتصالات الأخرى.

٢ المخطط التمثيلي لجهاز الهاتف اللاسلكي

سنتتبع معاً إجراء مكالمة على المخطط التمثيلي لهاتف لاسلكي كما هو موضح في الشكلين (٤-١٦)، (٤-١٧).

عند وضع المفتاح في وضع الكلام (Talk) في الوحدة المتنقلة، فإن دارة المذبذب (Q105) تولد نغمة. يضمَّن تردد المذبذب البلوري (Q104). تضميناً ترددياً بتأثير الثنائي (D101) الذي يتأثر بتلك النغمة، ثم تضخم الإشارة المضمّنة بالمضخم (Q103). يضاعف تردد تلك الإشارة ثلاث مرات بالمضخم (Q102)، وأخيراً تضخم الإشارة بالمضخم (Q101) وتبث بوساطة الهوائي إلى الوحدة الثابتة.

يلتقط هوائي الوحدة الثابتة تلك الإشارة، وتضخم بوساطة المضخم (Q101) ثم بوساطة المازج (Q103) والمذبذب البلوري (Q102) والمرشح (F101) فإننا نحصل على التردد البيني الأول.

تحتوي الدارة المتكاملة (IC 101) على مذبذب بلوري ومازج للحصول على التردد البيني الثاني، وكذلك مضخم للتردد البيني الثاني وكاشف. تأخذ الدارة المكونة من (Q601, Q602) جزءاً من مخرج (IC 101) لاختيار النغمة وتضخيمها، ثم يصبح المرحّل (S401) في حالة وصل. يغلق الملامس (S401) خط الهاتف الذي يصل الوحدة الثابتة بالمقسم.

يستشعر المقسم إغلاق خط المشترك (الذي يشبه رفع السماعة) فيرسل عبر الخط نغمة الحرارة التي تضخم بالمضخم (Q205). ويعمل المضخم (Q204) على تضمين إشارة المذبذب (Q203) تضميناً ترددياً. ثم تضخم الإشارة الناتجة بالمضخمات (Q201, Q202) وترسل عبر المحول (T202) إلى خطوط الكهرباء داخل المنزل التي تعمل كهوائي.

يستقبل الهوائي المكون من الملف (L201) في الوحدة المتنقلة تلك الإشارة، وتضخم بوساطة (Q201)، ثم بوساطة المذبذب (Q202) والمازج (Q203) والمرشح (FL201) يتم اختيار التردد البيني الذي يضخم بالمضخمات (Q204, Q205, Q206). ويتم كشف الإشارة ثم تضخم بوساطة المضخمات الصوتية (Q302, Q303, Q304)وتصل إلى السماعة كنغمة حرارة عادية؛ أي أن المقسم مرتبط لاسلكياً مع الوحدة المتنقلة.

تستخدم لوحة المفاتيح لإرسال رقم المشترك المطلوب. أما الدارة المتكاملة (IC601) فتولد النغمات المناسبة، ثم ترسل إلى دارة المضمِّن الترددي (Q104) وتعالج بالطريقة نفسها التي أرسلت بها النغمة من الوحدة المتنقلة، وبالتالي تصل تلك الإشارات إلى المقسم.

النشاط ٤ - ٦

ارسم المخطط الصندوقي المكافىء للشكل (٤-١٦).

٣ أعطال جهاز الهاتف اللاسلكي

سنذكر فيما يأتي بعض الأعطال الشائعة في نظام الهاتف اللاسلكي:

أ - تسمع تشويشاً في سماعة الوحدة المتنقلة، والسبب قد يعود إلى بعد المسافة عن الوحدة الثابتة.

ب - لا تسمع إشارة الجرس في الوحدة المتنقلة، وقد يكون السبب ضعف البطارية لاستعمالها فترة طويلة دون شحن.

جـ - لا تسمع نغمة الحرارة (سلك الخط غير متصل تماماً بالوحدة الثابتة).

د - لا تستطيع إجراء مكالمة (الرمز السري غير مخزن في الوحدة).

هـ - تضغط على الأرقام التي تمثل رقم مشترك ما، فيجيبك مشترك آخر، وقد يكون السبب خطأ أو عطل في المفاتيح.

و - تسمع صوتاً تحذيرياً لفترة معينة، والسبب ضعف البطارية، وحاجتها إلى الشحن.

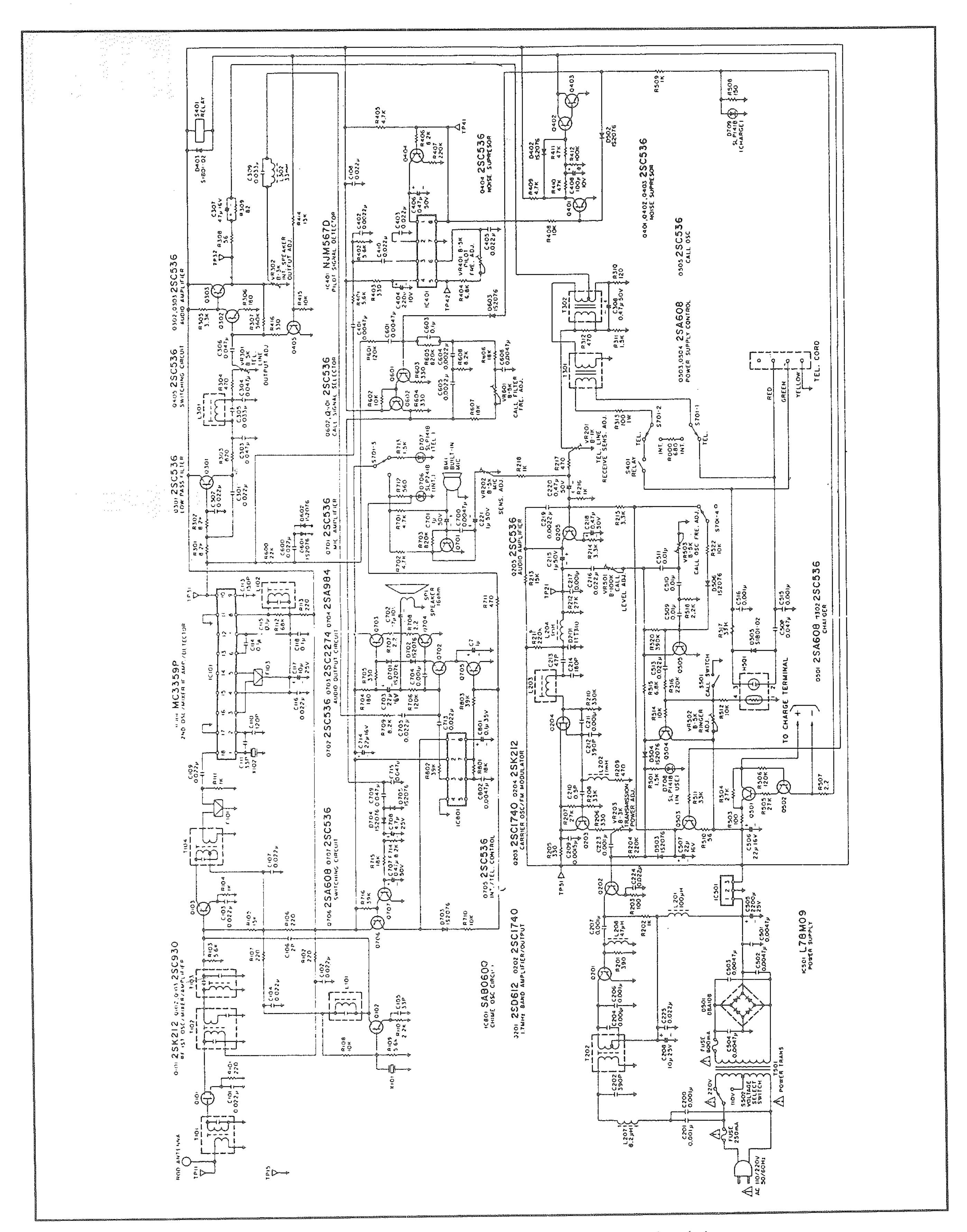
ز - لا تستطيع إجراء مكالمة، وقد يعود السبب إلى أن التردد في القناة الذي تعمل عليه الوحدة المتنقلة مختلف عن تردد القناة في الوحدة الثابتة.

النشاط ٤ - ٧

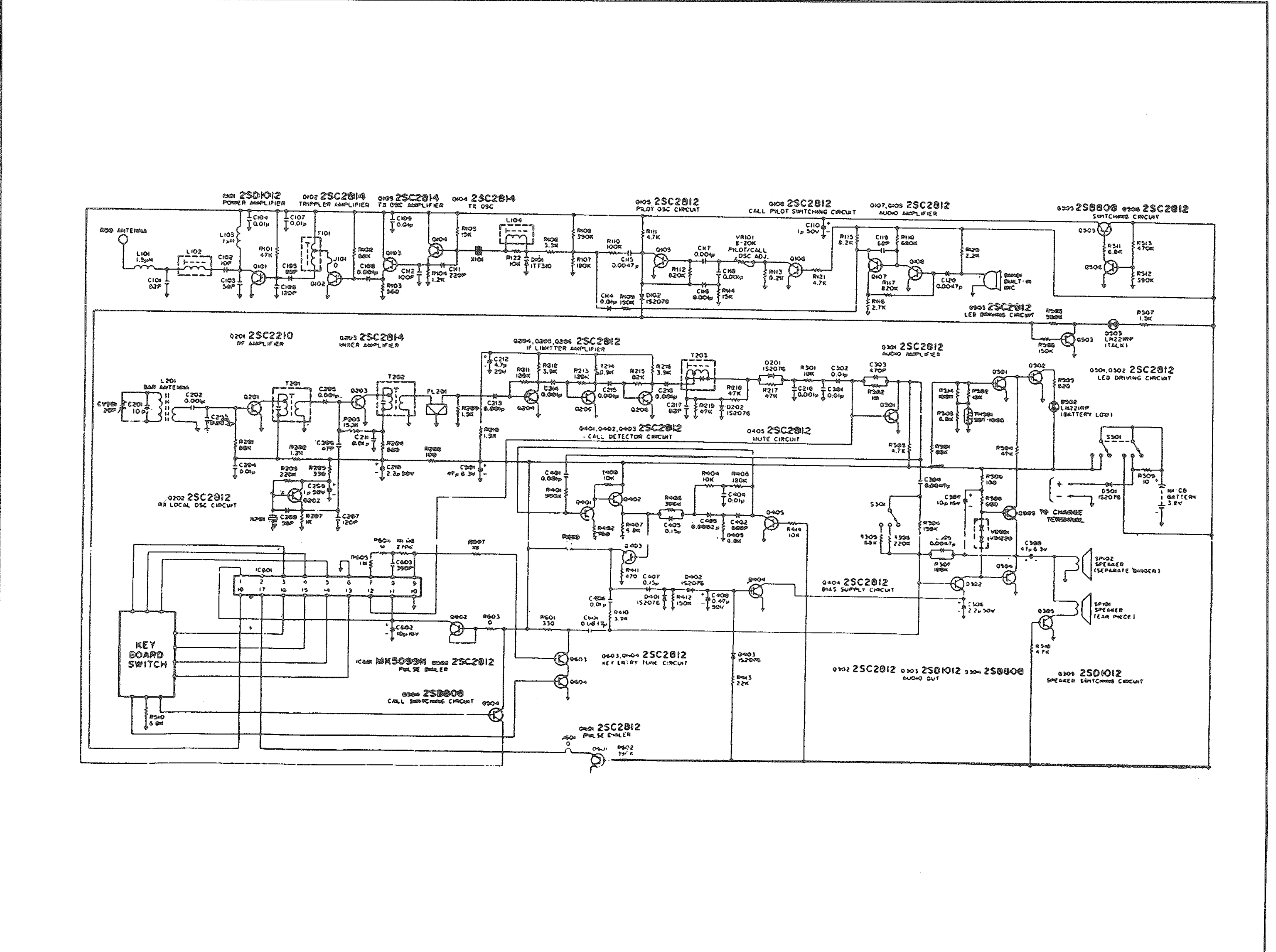
اكتب تقريراً عن حزم الترددات التي خصصتها مؤسسة الاتصالات لأجهزة الهاتف اللاسلكية.

قضية للمناقشة

ناقش التداخل بين أجهزة الهاتف اللاسلكي إذا كانت تستخدم ترددات غير مسموح باستخدامها في الأردن.



الشكل (٤-١٦): المخطط التمثيلي للوحدة الثابتة في الهاتف اللاسلكي



الشكل (٤-١٧): المخطط التمثيلي للوحدة المتنقلة في الهاتف اللاسلكي

١ - اشرح عمل أجزاء دارة الترقيم في جهاز هاتف الكبسات.

٢ - ارسم شكلاً يبين ترددات كل كبسة في جهاز هاتف الكبسات، وما ترددات الرقم «صفر»؟

٣ - لماذا سُمّيت أجهزة هاتف الكبسات ذات النغمة المزدوجة متعددة الترددات بهذا الاسم؟

٤ - ما قيمة فولطية الجرس التي يرسلها المقسم؟

٥ - اشرح مبدأ عمل دارة التنبيه في جهاز هاتف الكبسات.

٦ - ما المقصود بالترقيم النبضي؟

٧ - لماذا تزود أجهزة الهاتف ذوات الذاكرة بوحدة تغذية دائمة (بطارية)؟

٨ - عرف نظام الاتصال الداخلي.

٩ - ارسم مخططاً صندوقياً لنظام الاتصال الداخلي، وتحدث بإيجاز عن كل وحدة.

١٠ - اذكر ثلاث خصائص لنظام الاتصال االداخلي لكل من:

أ - تسهيلات الخطوط الخارجية.

ب - تسهيلات عامة

١١ - ارسم مخططاً صندوقياً يبين المكونات الأساسية لجهاز الهاتف اللاسلكي.

١٢ - اذكر ثلاثة أعطال شائعة في جهاز الهاتف اللاسلكي.

١٣ - اشرح لماذا يتم إرسال رمز خاص بمجرد تشغيل وحدة جهاز الهاتف اللاسلكي المتنقلة.

١٤ - اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

أ - تقوم القاعدة المطاطية الموجودة تحت الكبسات في جهاز الهاتف:

(١) بعزل الصفيحة عن الكبسات.

(٢) بالتوصيل بين الملامسات الموجودة على الصفيحة.

(٣) بحماية الصفيحة من الصدمات.

ب - في حالة وضع سماعة هاتف الكبسات تكون:

(١) كل من دارة الترقيم والكلام مفصولتين.

(٢) كل من دارة الترقيم والكلام موصولتين.

(٣) دارة الكلام فقط مفصولة.

جـ - يتم تخزين أرقام هاتفية في بعض أجهزة الهاتف عن طريق:

(١) كبسات تشغيل دارة خاصة موجودة في الجهاز.

(٢) كبسات دارة الترقيم، حيث يُعطى لكل مخزن رقم أو كبسة خاصة.

(٣) جميع ما ذكر.

د - يمكن عن طريق نظام الاتصال الداخلي:

(١) الاتصال لمسافة تصل إلى ثلاثة كيلومترات كالمقسم الفرعي.

(٢) لأي مُستخدم أن يجيب على المكالمات الخارجية الواردة.

(٣) لا شيء مما ذكر.

هـ - تقوم وحدة المعالجة المركزية في نظام الاتصال الداخلي:

(١) بتنفيذ البرامج الخاصة بإجراء المكالمات بين الفروع والمكالمات الخارجية.

(٢) بتنفيذ برامج لتشخيص الأعطال.

(٣) تحميل برامج التشغيل الخاصة بنظام الاتصال.

(٤) كل ما سبق ذكره.

و - من ميزات جهاز الهاتف اللاسلكي:

(١) توفير السرية في الاتصال.

(٢) إمكانية استخدامه كنظام اتصال داخلي.

(٣) إمكانية تغيير ترددات الإرسال والاستقبال.

(٤) جميع ما ذكر.

ز - تستخدم خطوط كهرباء الإنارة في المنزل كهوائي إرسال:

(١) لجهاز الهاتف القرصي.

(٢) لجهاز هاتف الكبسات ذي النغمات.

(٣) للوحدة الثابتة في جهاز الهاتف اللاسلكي .



الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الخامسة

المقاسم
(EXCHANGES)

ما المقسم؟ هل دخلت تقنيات جديدة في صناعة المقاسم؟

لقد درست سابقاً الشبكات السلكية وأجهزة الهاتف، وقد نوهنا بأن الهدف من إنشاء تلك الشبكات هو توفير وسيلة لربط هواتف المشتركين مع المقاسم لتأمين إجراء مكالمة هاتفية.

ومما تجدر الإشارة إليه أنه إذا ربطنا هاتفين بزوج من الأسلاك، وتوفر مصدر تغذية مناسب (بطارية مثلاً) مرتبط بكل هاتف، فإنه بإمكان هذين الشخصين التحادث مع بعضهما في أي وقت. وإذا أراد أحدهما التحادث مع شخص ثالث أو رابع، فلا بد من تمديد أسلاك جديدة، وبزيادة عدد الهواتف يزداد عدد الأسلاك بصورة كبيرة، ويصبح ربط المشتركين ليس له جدوى اقتصادية. ومن هنا برزت الحاجة إلى وسيلة تؤمن ربط عدد من الهواتف بنظام معين يدعى المقسم. وبوساطته يمكن توفير وسيلة اتصال بين المشتركين كافة سواء بطريقة يدوية أو آلية. ويتوقع منك بعد انتهائك من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

١ - تتبّع تطور المقاسم.
٢ - تتفهم مبدأ عمل المقاسم الآلية.
٣ - تميز أنواع المقاسم، والميزات التي تقدمها المقاسم الإلكترونية.
٤ - تحدد أنظمة الإشارة في المقاسم العامة.
٥ - تشرح أنظمة الترقيم.
٦ - تتعرف المحاسبة والعدادات.
٧ - توضح استخدام المقاسم الفرعية.

أولاً تطور المقاسم

كانت المقاسم اليدوية تتيح ربط المشتركين بمساعدة عامل يسمى مأمور المقسم، وفي نهاية القرن التاسع عشر استطاع العالم الأمريكي «ستراوجر» (Strawger) اختراع مقسم آلي يوفر إمكانية ربط المشتركين مع بعضهم دون تدخل العامل البشري. وكانت تعتمد تلك المقاسم في عملها على أجزاء كهرميكانيكية تحقق ربط المشتركين.

أما الجيل الثاني من المقاسم ويسمى الكروسبار (Cross Bar) فكان كهرميكانيكياً أيضاً، ومع بداية الخمسينات ودخول الحواسيب الإلكترونية في مجال الاتصالات، فقد تم تطوير وحدات التحكم المركزية في المقاسم لكي تستخدم أجهزة الحاسوب والبرمجيات المخزونة، وبذلك بدأ جيل المقاسم الإلكترونية التمثيلية. وبنجاح الإنسان في تحويل الإشارة التمثيلية إلى رقمية (Digital) باستخدام التضمين النبضي المرمَّز (PCM)، فقد طور الإنسان شبكات توصيل رقمية جديدة وأصبح هذا الجيل من المقاسم يعرف بالمقاسم الرقمية (Digital Exchanges).

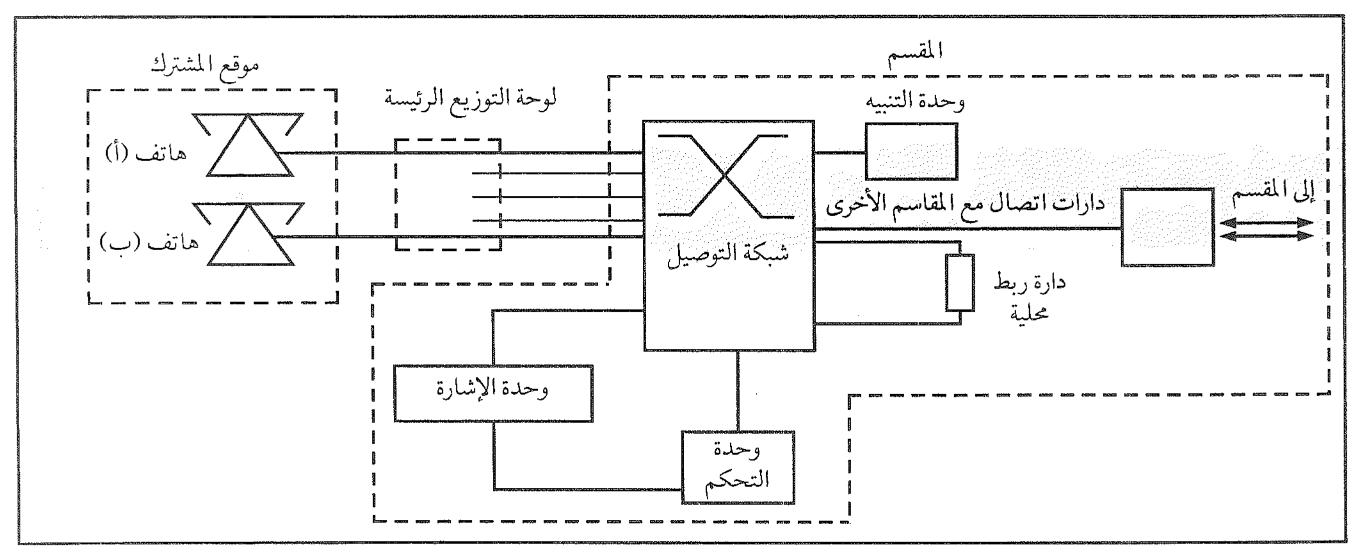
ثانياً مبدأ عمل المقاسم الآلية

لماذا تسمى المقاسم الآلية بهذا الاسم؟ كيف يستشعر المقسم أن شخصاً ما يريد إجراء مكالمة هاتفية؟

إن إجراء مكالمة هاتفية يتطلب تبادل إشارات بين هاتف المشترك الطالب والمقسم، وبين هاتف المشترك المطلوب وإشارات حالة الخط قبل توفير مسار كلام (Speech Path) لربط الهاتفين معاً من قبل المقسم، ويوضح الشكل (٥-١) المخطط الصندوقي للمقسم. ولتوضيح مبدأ عمل هذا المقسم، فإننا سنتتبع الخطوات التي تتم عند إجراء مكالمة بين هاتف (أ) وهاتف (ب).

١ - عندما يرفع المشترك (أ) سماعة هاتفه عن الغطاس، فإن ملامسات الغطاس تغلق دارة كهربائية في المقسم تسمى دارة المشترك، وهذا يعني إشارة طلب خدمة من المقسم لإجراء مكالمة.

٢ - تستشعر وحدة التحكم إغلاق الدارة الكهربائية، فترسل للمشترك عن طريق وحدة التنبيه - نغمة الحرارة أو ابتداء



الشكل (٥-١): المخطط الصندوقي للمقسم

الترقيم (Dial Tone)، وهي إشارة كهربائية بتردد معين، **ولكن ماذا يعني إرسال هذه النغمة؟** تسمع هذه النغمة في سماعة المشترك (أ) وتفيده بأن المقسم جاهز لاستلام إشارات الترقيم التي ستصدر عن هاتفه. ومما يجدر ذكره أن وحدة التحكم تحجز مساراً في شبكة التوصيل، والتي يمكن اعتبارها مجموعة كبيرة من المفاتيح التي تصل عن طريقها نغمة ابتداء الترقيم إلى هاتف المشترك (أ).

٣ - تحجز وحدة التحكم وحدة معينة لاستقبال إشارات الترقيم الصادرة عن هاتف (أ) وتخزينها.

٤ - لدى قيام المشترك (أ) بإدارة قرص هاتفه على أول خانة من رقم المشترك المطلوب، فإن وحدة التحكم تفصل نغمة الحرارة وتبدأ باستقبال إشارات الترقيم.

٥ - عندما يكتمل إرسال إشارات الترقيم، فإن وحدة التحكم تترجم هذه الإشارات، وتحدد موقع دارة المشترك المطلوب، وتتفحص حالته، فإذا كان مشغولاً، فإنها ترسل للمشترك الطالب نغمة المشغول إعلاماً له بوجوب إغلاق سماعته، ومحاولة الاتصال لاحقاً.

٦ - إذا كان هاتف المشترك المطلوب غير مشغول فترسل وحدة التحكم - عن طريق وحدة التنبيه- إشارة الجرس إلى المشترك المطلوب لإعلامه بوجود مكالمة واردة له.

٧ - في الوقت نفسه، ترسل وحدة التحكم نغمه إلى المشترك الطالب تسمى نغمة الجرس العائدة (Ring Back Tone) لإعلام المشترك الطالب بأن عليه الانتظار حتى يجيب المشترك المطلوب.

٨ - في الوقت الذي تحجز فيه وحدة التحكم مسارات لربط نغمة الجرس العائدة، فإنها تحجز مسار كلام في شبكة التوصيل ليتمكن المشتركان من تبادل الحديث.

٩ - إذا رفع المشترك المطلوب سماعته، فإن وحدة التحكم تفصل نغمتي الجرس والجرس العائدة، وبذلك يمكن تبادل الحديث عبر دارة الكلام المحجوزة سابقاً في شبكة التوصيل.

١٠ - عند انتهاء المكالمة يضع المشتركان سماعتيهما فتستشعر وحدة التحكم ذلك، فتفصل مسار الكلام وتحسب فترة إجراء المكالمة منذ رفع المشترك المطلوب سماعته، وتزيد قراءة عداد احتساب مكالمات المشترك الطالب.

١١ - إذا لم يستجيب المشترك المطلوب لإشارة الجرس بعد فترة معينة كونه خارج البيت مثلاً، فإن وحدة التحكم توقف إشارة الجرس، وتنبه المشترك الطالب بنغمة معينة (مشغول).

١٢ - إذا كان المشتركان مربوطين على المقسم نفسه، فيتم الربط بينهما بوساطة دارة ربط محلية. أما إذا كانا مربوطين على مقسمين مختلفين، فيتم الربط بينهما عن طريق دارات الربط مع المقاسم الأخرى.

١٣ - إذا كانت الخطوط بين مقسم ومقسم آخر كلها مشغولة، فيعطي المقسم نغمة خاصة تدل على ذلك.

ثالثاً أنواع المقاسم

ما أوجه الاختلاف بين المقاسم العامة؟ كيف يتم بناء شبكات الاتصالات الوطنية والدولية؟

توجد طرق عديدة لتصنيف المقاسم، ولكن تبسيطاً للموضوع، فسنصنّف المقاسم تبعاً لما يأتي:

- تقنية التحكم وأسلوب العمل.
- موقع استخدام المقسم في شبكات الاتصالات.

نستعرض فيما يأتي طرق التصنيف السابقة.

١ أنواع المقاسم حسب تقنية التحكم وأسلوب العمل

تطورت تقنية التحكم في المقاسم، ولذلك ظهرت الأنواع الآتية منها:

أ - المقاسم اليدوية

تسمى هذه المقاسم المقاسم اليدوية، لأن ربط المشتركين يتم كاملاً بمساعدة مأمور المقسم. وتوجد مقاسم يدوية ذات تغذية محلية (لكل مشترك بطاريته الخاصة به)، ومقاسم ذات تغذية مركزية ، ويعني ذلك أن جميع المشتركين المرتبطين على هذا النوع من المقاسم يصلهم التيار الكهربائي من مصدر رئيس موجود في المقسم.

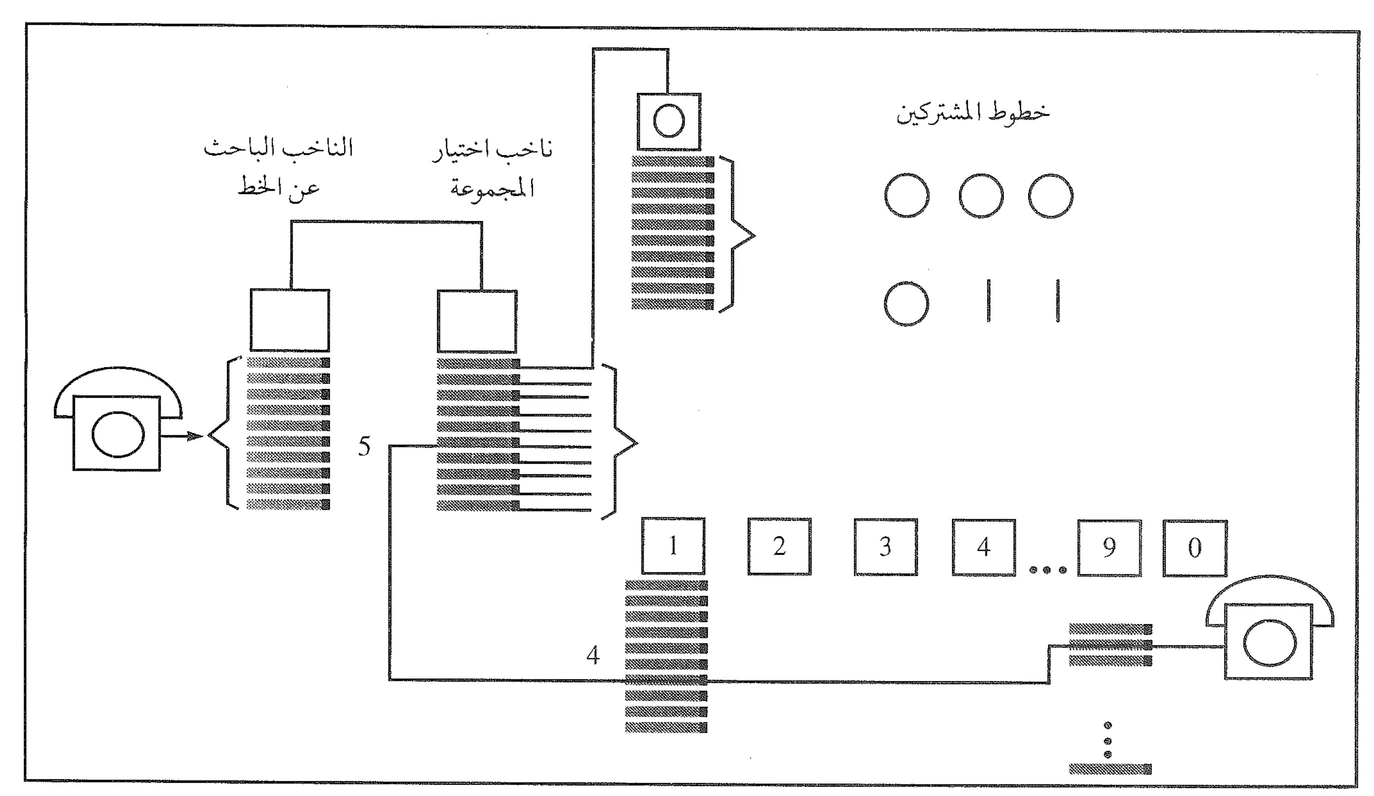
ب - المقاسم الآلية

إن تشغيل هذه المقاسم وربط المشتركين مع بعضهم يتم بطريقة آلية، وقد ظهرت الأنواع الآتية من هذه المقاسم:

١ . مقسم الخطوة خطوة (Step-by-Step)

يتكون مقسم الخطوة خطوة من وحدات كهرميكانيكية عدة تسمى نواخب، وفيما يأتي أهم الأنواع المستخدمة، كما هي موضحة في الشكل (٥-٢) الذي يمثل طريقة ربط (١٠٠٠) مشترك بمقسم الخطوة خطوة.

- **الناخب الباحث عن الخط**: يتكون هذا الناخب من عشرة ملامسات، كما هو في مقسم «ستراوجر» يرتبط فيها خطوط

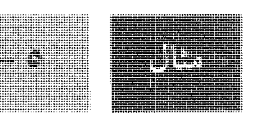


الشكل (٥-٢): طريقة ربط المشتركين في مقسم الخطوة خطوة

التوصيل وذراع توصيل. وإذا رفع أي مشترك سماعته، فإن هذا الناخب يستطيع أن يحدد المشترك الطالب ويوصله عن طريق ذراع التوصيل إلى ناخب المجموعة الذي بدوره يزود المشترك الطالب بنغمة الحرارة.

- **ناخب المجموعة**: يتكون هذا الناخب أيضاً من عشرة ملامسات وذراع توصيل، ويتحرك تبعاً لعدد النبضات التي تمثل الخانة الأولى من رقم المشترك المطلوب.

- **الناخب النهائي**: وهو مكون من (١٠٠) ملامس ترتبط بها خطوط المشتركين ومرتبة في عشرة صفوف. أما ذراع التلامس فيتحرك رأسياً وأفقياً تبعاً لعدد النبضات التي تمثل آخر خانتين من رقم المشترك المطلوب.



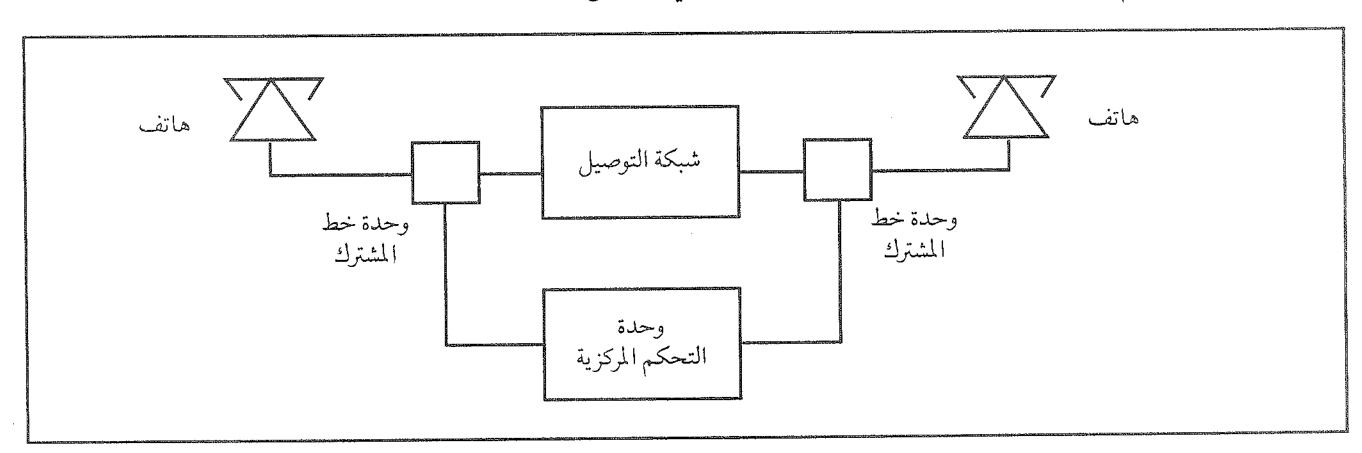
إذا كان رقم المشترك المطلوب هو (٥٤٩) وعندما يرفع المشترك الطالب سماعته، فإن الناخب الباحث عن الخط يصل الهاتف بأحد نواخب المجموعة والذي يتحرك (٥) خطوات رأسية لحجز ناخب من مجموعة النواخب النهائية. أما الناخب النهائي فيتحرك رأسياً (٤) خطوات، ثم أفقياً (٩) خطوات وبذلك يتم الاتصال بالمشترك المطلوب.

تمرين

وضح بالرسم طريقة الاتصال بمشترك رقم (٣٢٠) بوساطة مقسم الخطوة خطوة.

٢ . مقسم الكروسبار

يتكون مقسم الكروسبار من الوحدات الآتية الموضحة في الشكل (٥-٣):



الشكل (٥-٣): المخطط الصندوقي لمقسم كروسبار

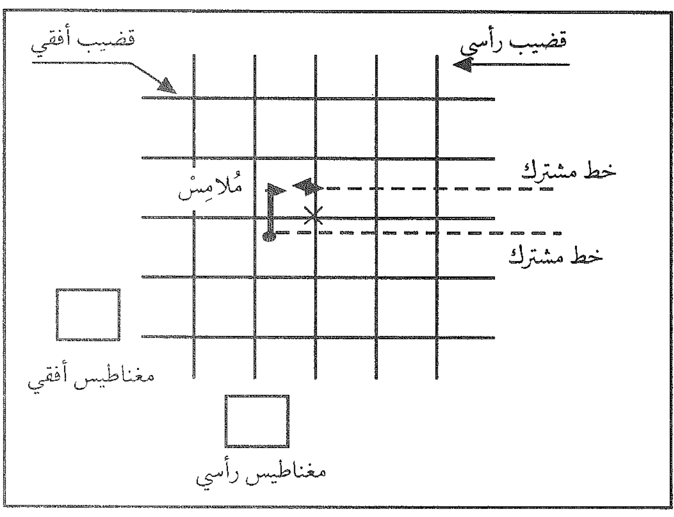
- **وحدة خط المشترك**: إذا رفع المشترك سماعته، فإن هذه الوحدة تستشعر ذلك، فترسل إشارة إلى وحدة التحكم المركزية التي تزود المشترك الطالب بنغمة الحرارة عن طريق وحدة خط المشترك.

- **شبكة التوصيل**: تتكون من عدد كبير من الملامسات المرتبة على شكل مصفوفة، وتتصل بخطوط المشتركين، كما هو

موضح في الشكل (٥-٤).

يتحكم بإغلاق الملامسات مجموعةً من القضبان الرأسيـة والأفقية، التي يتحكم بحركتها مجموعة من المغانط. إذا سرى تيـار في ملف مغناطيسي أفقي مثـلاً، وكـذلك في ملف مغناطيسي رأسي، فإن القضبـان الأفقيـة والرأسيـة تتحرك، وبذلك يغلق الملامس الموجود في نقطة تقاطع القضبان،وبهذا يتم وصل خطي المشتركين.

- وحدة التحكم المركزية: تستقبـل هـذه الوحـدة النبضات التي تمثل رقم المشترك المطلوب وتخزنها، ثم تصـدر الأوامر لتشغيل المغـانط الـرأسيـة والأفقيـة التي تغلق الملامـس المنـاسب الـذي سيصل خطي المشتركين الطالب والمطلوب. كما تصدر هـذه الوحـدة جميع النغمات الـلازمة لإتمام عمليــة اتصـال المشتركين، وتتحكـم بجميع الاجراءات اللازمة لربط المشتركين معاً.



الشكل (٥-٤): شبكة التوصيل

ج - المقاسم الإلكترونية

هل استفادت المقاسم من التقنيات الحديثة؟ وما المزايا التي توفرها المقاسم الحديثة؟

لقد تطـور علم الحاسوب تطوراً كبيراً في السنـوات الأخيرة، وتم استخدام الحواسيب بشكل واسع لخدمـة أغراض الاتصالات، ولا سيما في وحدات التحكم المركزية للمقاسم الإلكترونيـة، وبذلك امتازت المقاسم الإلكترونية عن المقاسم الكهرميكانيكية بما يأتي:

- إن جميع خطوات إجراء مكالمة هاتفية تنفذ بتحكم وسيطرة أجهزة الحاسوب.
- تقدم المقاسم خدمات وميزات كثيرة، خاصة في مجال التشغيل والصيانة.
- سعاتها من الأرقام كبيرة، ويمكن زيادتها، كما تمتاز بانخفاض تكلفتها، وصغر المساحة المطلوبة لتركيبها.
- درجة الوثوقية والمرونة في استخدام هذه المقاسم عالية .

لهذه الأسباب وغيرهـا، فقد انتشرت المقـاسم الإلكترونية، وأصبحـت الخيار الأفضل المتـاح في الأسواق العـالمية.

ولعلك تسأل: كيف يعرّف المقسم الإلكتروني؟

إنه المقسم الـذي تقوم فيه أجهـزة الحاسوب ذات البرامج المخزنة في وحـدات الذاكرة بتحليل ومعـالجة متطلبات إجراء أي اتصال، سواءً أكان اتصالاً هاتفياً أم رسـائل ناسوخية بين المشتركين. وبصورة عامة، يمكن تصنيـف المقاسم الإلكترونية إلى مقاسم إلكترونية تمثيلية (Analogue) ومقاسم إلكترونية رقمية (Digital).

١ . المقسم الإلكتروني التمثيلي

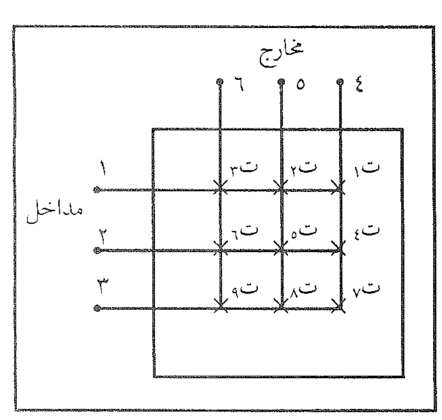
تكون شبكـة التوصيل في هذه المقـاسم على شكل مصفوفات تعمـل على نقل الإشارات التمثيلية، ويأخـذ كل مسار كلام طريقاً كهربائياً ضمن الشبكة. ويوضح الشكل (٥-٥) المكونات الأساسية للمقسم الإلكتروني التمثيلي، وهي:

- **دارة المشترك:** توصل خطوط المشتركين إلى لوحات إلكترونية خاصة، وتخصص لكل مشترك دارة تسمى دارة المشترك. تستقبل هذه الدارة وترسل إشارات الكلام والتنبيه، وكذلك تتحسس وضع سماعة هاتف المشترك. ويمكن أن تحول الإشارات التمثيلية إلى إشارات رقمية باستخدام تقنية التضمين المرمّز، وإرسالها إلى شبكة التوصيل.

دارة مشترك
شبكة التوصيل
دارة صادرة
إلى المقسم الآخر
دارة واردة
وحدة تحكم وسيطة
وحدة الإشارة والترقيم
وحدات المعالجة المركزية
ذاكرة معلومات
ذاكرة برامج التشغيل
وحدات إدخال وإخراج
شريط مغناطيسي
شاشة

الشكل (٥-٥): المكونات الأساسية للمقسم الإلكتروني التمثيلي

- **شبكة التوصيل: كيف تنفذ هذه الشبكة عملية توصيل المشتركين في المقاسم التمثيلية؟** تتكون شبكة التوصيل من عدد من الملامسات مرتبة على شكل مصفوفة ذات مداخل ومخارج كما في الشكل (٥-٦). فمثلاً يمكن للخط (١) أن يتصل مع الخط (٤) إذا أغلق الملامس (ت١)، وكذلك يمكن للخط (٥) أن يتصل مع الخط (٢) إذا أغلق الملامس (ت٥) وبذلك نرى أن هذه المصفوفة يمكن أن تؤمن وسيلة اتصال بين عدد من الخطوط الداخلية والخارجية، ولعلك تتساءل: **كيف يحقق الملامس (ت١) عملية اتصال الخط (٤) والخط (١)؟**

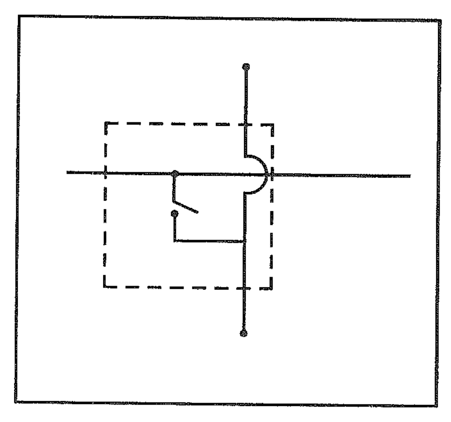


الشكل (٥-٦): شبكة التوصيل

يوضح الشكل (٥-٧) طريقة اتصال الملامس بين الخطوط. ومما تجدر الإشارة إليه أن هذا الملامس يمكن أن يكون ملامس مرحّلٍ أو ترانزستور في حالة تشبع في دارة إلكترونية.

تصنع مصفوفات التوصيل بسعات (٤×٤) أو (٨×٨) أو (١٦×١٦). ولزيادة سعة المقسم يستخدم عدد من

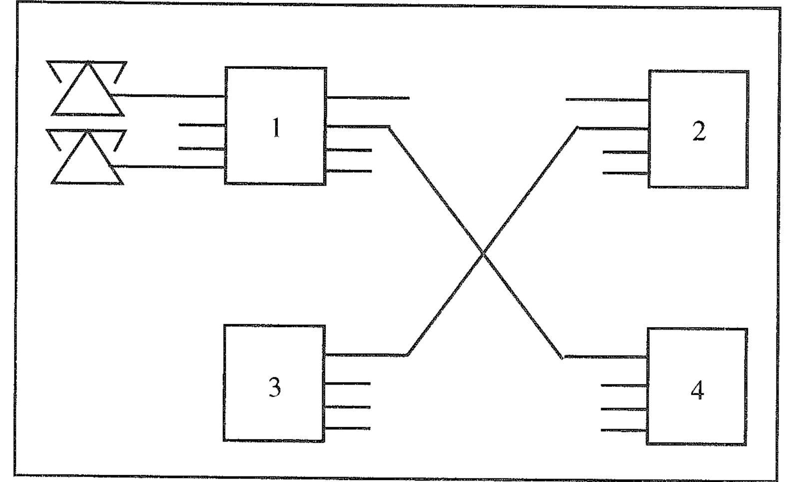
المصفوفـات على شكل مراحل، حيث تتصل المراحل مع بعضها بوساطة وصلات داخلية. كما هو مبين بالشكل (٥-٨).



الشكل (٥-٧): الملامس

يسمى هـذا النـوع من شبكـات التوصيل الشبكـات التمثيليـة ذات تقسيم الحيّز . لأن كل مكالمة تحجز مساراً محدداً خاصاً بها. وكما هو واضح من الشكل فإذا ربطنا المصفوفة (1) بخطي اتصال مع المصفوفة (2) و(4) فإنه يمكن للمشتركين المرتبطين على المصفـوفة (1) الاتصال مع المشتركين المرتبطين على المصفـوفتين (2) و(4)، وهكذا تزيد إمكانية ربط المشتركين مع بعضهم. وبـذلك تستنتج أنـه بـزيـادة عـدد المصفوفات وربطها مع بعضها بخطـوط اتصـال منـاسبـة، فإن سعـة المقسم تزداد.

أمـا التقنيات الحديثـة لشبكـات التـوصيل فتستخـدم نظـام الترميـز النبضي الذي سيتم شرحه لاحقاً.



الشكل (٥-٨): شبكة توصيل بمراحل عدة

النشاط ٥ - ١

كوّن دارة إلكترونية مكافئة للملامس في الشكل (٥-٧).

- **وحدة التحكم الوسيطة**: تتكون وحدة التحكم الوسيطة من عدد من الوحـدات الفرعية التي توائم بين احتياجات شبكة التوصيل لفـرق جهد تشغيلي أعلى من ذلك المستخـدم في وحدة المعالجة المركـزية، كما توائم بين السرعـة العاليـة لتنفيذ العمليات في الحاسوب والسرعة البطيئة في شبكات التوصيل، ومن أهم الوحدات الفرعية:

* **وحدة الفاحص**: ومهمتها مراقبـة حالة دارة المشترك ووحدات نظم الإشـارة، وذلك لمعرفة ما إذا كـان هاتـف المشترك مشغـولاً أم غير مشغول، وكـذلك تستقبل إشارات الترقيم وخـاصـة من الهواتف القرصيـة، وتزويـد وحدة المعـالجة المركزية بهذه المعلومات التي تخزن في ذاكرة خاصة موجودة في وحدة الفاحص، وتسمى ذاكرة الفاحص.

* **وحـدة التحكم في شبكة التـوصيل**: ومهمتهـا ترجمة التعليمات من وحـدة المعالجة المركـزية بقصـد تكوين أو إخـلاء

مسارات الكلام التي تُحجز في شبكات التوصيل.

* **وحدة التحكم في المرحّلات:** ومهمتها تشغيل أو إيقاف المرحّلات بناء على التعليمات الصادرة من وحدة المعالجة المركزية، وذلك لإصدار إشارات إلى المشتركين ودارات الاتصال ودارات الخدمات الأخرى. وهناك نوعان من هذه الوحدات أحدهما للمرحّلات السريعة؛ كمرحّلات الإنذار والأعطال وأنظمة الإشارة، والآخر للمرحّلات البطيئة ذات السرعات العادية المستخدمة في مسارات الكلام.

- **وحدة المعالجة المركزية:** تشتمل وحدة المعالجة المركزية على أجهزة حاسوب متخصصة في مجالات الاتصالات، وتتحكم عن طريق البرامج المخزونة في ذاكرة برامج التشغيل بجميع الإجراءات المتعلقة بالمكالمات الهاتفية. ترسل هذه الوحدة الأوامر من خلال وحدات التحكم الوسيطة، وتستقبل المعلومات عن حالة جميع الوحدات المتصلة بها وتحللها. وبالإضافة إلى ذلك تقوم هذه الوحدة بأعمال التشغيل والصيانة وإرسال إشارات الإنذار للعاملين، وتزويدهم برسائل مكتوبة تطبع على الشاشات والطابعات المتصلة بها. كما تقوم بتحديث قراءات عدادات المكالمات، وتسجيل المعلومات الخاصة بالمكالمات لغايات المحاسبة، كما في المقاسم الدولية والوطنية.

- **وحدات الإدخال والإخراج: كيف يمكن التحكم بتشغيل المقسم؟ أين تحفظ البرامج والمعلومات للرجوع إليها لاحقاً؟** يشتمل المقسم على وحدات إدخال وإخراج كثيرة، ومن هذه الوحدات تلك التي تمكن العامل من تشغيل وصيانة المقسم، وذلك عن طريق الأوامر باستعمال الشاشة، كما تبين استجابة المقسم لتلك الأوامر أو التقارير التي يقدمها الحاسوب.

وهناك أيضاً وحدة الشريط المغناطيسي التي تخزن برامج التشغيل، وقراءات عدادات المكالمات الوطنية والدولية من أجل معالجتها لاحقاً لإصدار المطالبات المالية المستحقة على المشتركين، وكذلك تخزن المعلومات عن حالة المقسم لإعادة إدخالها مرة ثانية للمقسم في حالة حدوث عطل يؤثر في البرامج والمعلومات الخاصة به.

- **وحدة الإشارة والترقيم:** ومهمتها استقبال إشارة الترقيم التي يرسلها المشتركون، وخاصة إذا كانت المكالمة صادرة إلى مقسم آخر. وفي بعض المقاسم تزود هذه الوحدة المشتركين بنغمات الحرارة ونغمة الجرس الراجعة وإشارة الانتظار، إضافة إلى إشارات تستخدم في أثناء فحص خطوط المشتركين.

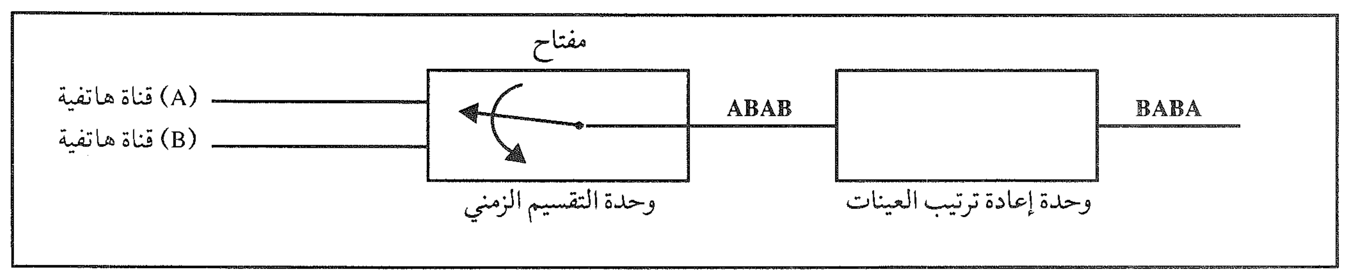
- **دارات اتصال المقاسم:** إن دارات اتصال المقاسم هي مجموعة دارات لربط مقسم مع مقاسم أخرى، وذلك لتأمين الاتصال بالمشتركين على مقسم معين بالمشتركين على مقسم آخر. ويوجد نوعان من هذه الدارات هما: الدارات الواردة والدارات الصادرة.

٢ . المقاسم الإلكترونية الرقمية

تشبه المقاسم الإلكترونية الرقمية المقاسم التمثيلية بشكل عام، إلا أن شبكة التوصيل المستخدمة في كلا النوعين مختلفة، وتسمح شبكة التوصيل في المقاسم الرقمية بنقل أكثر من مكالمة هاتفية على المسار نفسه. ولكن كيف يتم ذلك؟

لعلك تذكر أن تقنية التضمين النبضي المرمّز تمكّن تمثيل العينة من قناة هاتفية بعدد من النبضات، وأنه بوساطة الإرسال المتعدد (التقسيم الزمني) يمكن إرسال أكثر من عينة على المسار نفسه. ومما يجب التأكيد عليه هو أن موقع عينة أي قناة هاتفية ثابت بالنسبة للزمن اللازم لإرسال جميع العينات من القنوات الهاتفية.

ولكن ماذا يحصل إذا غيرنا ترتيب إرسال العينات الخارجة من وحدة الإرسال المتعدد (التقسيم الزمني) بحيث ترسل العينة الثانية محل العينة الأولى، وذلك كما هو موضح في الشكل (٥-٩)؟



الشكل (٥-٩): إعادة ترتيب العينات من القنوات الهاتفية

لعله من الواضح أنه في جهة الاستقبال تصل عينات القناة الهاتفية (A) طرف الاستقبال (B) بينما تصل عينات القناة الهاتفية (B) طرف الاستقبال (A). وهذا يعني أن المشترك (A) في طرف الإرسال قد اتصل مع المشترك (B) في طرف الاستقبال، وكذلك المشترك (B) في طرف الإرسال قد اتصل مع المشترك (A) في طرف الاستقبال دون وجود دارات ربط مباشرة بين المشتركين. وتسمى وحدة إعادة ترتيب العينات شبكة التوصيل الرقمية.

وبما أن وحدة المعالجة المركزية تتحكم بعمل شبكة التوصيل الرقمية في المقسم، فإنها تعيد ترتيب العينات حسب الأوامر التي تصلها من تلك الوحدة.

ميزات المقاسم الرقمية

تمتاز المقاسم الرقمية بسعتها الكبيرة، وبالتالي اتساع المنطقة الجغرافية التي يمكن تغطيتها، حيث يمكن تركيب مقسم رئيس في مدينة أو بلدة كبيرة يشتمل على وحدات المعالجة المركزية. أما في القرى المجاورة، فيمكن تركيب مقاسم صغيرة تسمى توابع، وتربط مع المقسم الرئيس بوساطة وصلات رقمية (خطوط نقل تستخدم التضمين الرقمي).

وتوجد أيضاً ميزة أخرى للمقاسم الرقمية، وهي مقدرتها على تمرير حركة هاتفية عالية، وبذلك تتغلب على الاختناقات الهاتفية التي يمكن أن تحدث في المقاسم التمثيلية، وكذلك مقدرتها على تمرير حركة نقل المعلومات (Data Transmission) بسرعات عالية؛ لأنها مجهزة بأجهزة ومعدات لهذه الغاية. كما تتصف بصغر حجمها وسهولة صيانتها وانخفاض مستوى الضجيج الصادر عنها، بالمقارنة مع الأنواع الأخرى من المقاسم.

الخدمات التي تقدمها المقاسم الإلكترونية

إن استخدام الحاسوب في المقاسم الإلكترونية قد مكنها من تزويد المشتركين وإدارات الاتصالات بخدمات كان جزء بسيط منها فقط يقدم عن طريق المقاسم الكهرميكانيكية، ومن هذه الميزات:

- **خدمات المشتركين، وتشمل:**

* التحدث في اتجاهين (Call Waiting): حيث تمكِّن هذه الخدمة المشترك من التحدث مع شخصين، أحدهما يكون مباشرة على الخط، والآخر ينتظر ويسمع نغمة الانتظار.

* المشترك في حالة راحة (Rest Service): حيث توفر هذه الخدمة للمشترك تحويل المكالمات الواردة إليه إلى أسطوانة صوتية تسجل عليها رسالة تفيد أن المشترك المطلوب في حالة راحة، ولا يريد استقبال مكالمات.

* اختصار الترقيم: وهو مشابه لما ذكر في جهاز الهاتف بذاكرة.

* تركيب عداد مكالمات في منزل المشترك (Telemetering): حيث يستطيع المشترك تركيب عداد على هاتفه لحساب عدد المكالمات المحلية التي يجريها.

* إصدار مطالبة مالية (فاتورة) فورية (Detail Billing): حيث يستطيع المستفيد من هذه الميزة الحصول على فاتورة مسجل فيها جميع المكالمات التي أجراها المشترك، والوقت والتاريخ اللذين أجريت فيهما تلك المكالمات.

* تحويل المكالمات (Call Transfer): كما ذكر في نظام الاتصال الداخلي.

* الساعة المنبهة (Wake me Service): حيث يستطيع المشترك في هذه الخدمة الطلب إلى المقسم تنبيهه في ساعات محددة.

- **الخدمات لإدارات الاتصالات، وتضم:**

* قياس الحركة الهاتفية التي يمررها المقسم بشكل دقيق: حيث يبين عدد المحاولات وشدة الحركة، ومنها تتعرف الإدارة درجة الخدمة والأداء وحجم الحركة الهاتفية، وذلك يساعد على التخطيط للتوسعات المستقبلية (Traffic Observation).

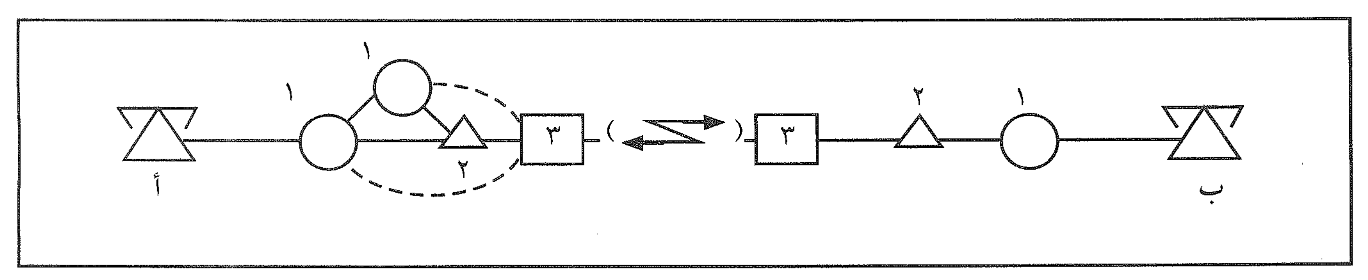
* مراقبة الإزعاجات الهاتفية بشكل آلي: وذلك بعد استلام طلب خطي من المشترك المعني، فيقوم المقسم برصد جميع أرقام الهواتف التي يصدر منها مكالمات إلى المشترك الذي يطلب وضع هاتفه على جدول مراقبة الازعاجات.

* توفير آلية للتشغيل والصيانة وكشف الأعطال، وإمكانية ربط أكثر من مقسم واحد بمركز تشغيل وصيانة موحد.

* معالجة قراءات عدادات المشتركين وتسجيلها على أشرطة لمعالجتها في مراكز معالجة المعلومات لإصدار المطالبات المالية.

٢ أنواع المقاسم تبعاً لموقع الاستخدام في شبكات الاتصالات

سنستعرض معاً إجراءات مكالمة هاتفية بين مشترك في الأردن وآخر في اليابان لبيان الأنواع المختلفة من المقاسم تبعاً لموقع استخدامها في شبكات الاتصالات، كما هو موضح في الشكل (٥-١٠).



الشكل (٥-١٠): مثال على أنواع المقاسم تبعاً لموقع الاستخدام

المشتركان (أ، ب) مرتبطان على مقسمين محليين (Local Exchanges) يمثلهما الرمز الدائري (O) ويحمل كل منهما الرقم (١) وظيفة كل منهما الربط المباشر للمشتركين، وكمثال على المقاسم المحلية مقسم العبدلي أو مقسم مدينة إربد المحلي.

يسمى المقسم الذي يمثله الرمز المثلث (△) ويحمل الرقم (٢) مقسم عبور المكالمات الوطنية (Transit National Exchange) بين مدن عدة في البلد الواحد كعمان والعقبة مثلاً. أما المقسم رقم (٣) الذي يمثله المربع (□) فيسمى المقسم الدولي (International Exchange) ووظيفته تمرير المكالمات الدولية الصادرة والواردة من دولة لأخرى؛ كالمكالمات الصادرة والواردة بين الأردن واليابان.

ومما يجدر ذكره أن بعض الدول تربط مقاسمها المحلية مع المقسم الدولي مباشرة دون المرور بالمقسم الوطني.

وبناء على ما تقدم فإن مكالمة المشترك (أ) تمر عبر المقسم المحلي (١) ثم المقسم الوطني (٢) ومنه إلى المقسم الدولي (٣) وأخيراً إلى محطة الأقمار الصناعية في البقعة. وبوساطة القمر الصناعي إلى المحطة الأرضية في طوكيو ثم المقسم الدولي والمقسم الوطني والمقسم المحلي المرتبط به المشترك (ب).

تمرين

أعد خطوات الاتصال بين الأردن واليابان دون المرور بالمقسم الوطني.

رابعاً أنظمة الإشارة في المقاسم العامة

ما المقصود بأنظمة الإشارة في المقاسم العامة؟

تعرّف أنظمة الإشارة بأنها تلك الإشارات الكهربائية المتبادلة بين هاتف المشترك المربوط على مقسم أو بين مقسم وآخر وتسبق المكالمة وتمهّد لإجرائها. وتتكون هذه من إشارات تمثل حالة الخط، وخانات رقم المشترك المطلوب.

تعد الإشارة الأساس الذي تعمل المقاسم بموجبه ودونها لن يكون بمقدور المقاسم ربط المشتركين مع بعضهم، وإجراء المكالمات ومتابعة سير هذه المكالمات.

تصنف أنظمة الإشارة إلى صنفين هما:

١ الإشارات المرسلة من المشترك إلى المقسم

تعتمد هذه الإشارات على نوع هاتف المشترك، فإذا كان الهاتف من النوع القرصي، فإن الإشارات الكهربائية الممثلة لرقم المشترك المطلوب ترسل على شكل نبضات عن طريق وصل وفصل الوصلة الكهربائية لخط المشترك.

أما إذا كان الهاتف من نوع هاتف الكبسات، فإن الإشارات الممثلة للرقم ترسل على شكل نغمات كما درست سابقاً. وبالإضافة إلى ذلك يرسل المقسم إلى هاتف المشترك إشارات مثل: نغمة ابتداء الترقيم، ونغمة المشغول، ونغمة الرقم غير مستعمل، وإشارة الجرس، والرسائل المسجلة كالخطوط في الاتجاه المطلوب مشغولة، ورقم المشترك قد تغير.

٢ الإشارات المتبادلة بين مقسم وآخر

تمثل هذه الإشارات حالة دارة الاتصال بين مقسم وآخر، وكذلك خانات رقم المشترك المطلوب. وتنقسم الإشارات المتبادلة بين مقسم وآخر إلى نوعين:

أ - نظام الإشارة المصاحب للقناة (Channel Associated Signalling)

يتعامل هذا النظام مع إشارات حالة دارة الاتصال، والإشارات الممثلة لخانات رقم المشترك الطالب والمطلوب بطريقتين:

- **طريقة الإشـارة من نوع النبضات**: وهي مشابهة لنظام الإشـارة في الهواتف القرصية، إلا أن الإشارات التي تمثـل خانات الرقم المطلـوب تولد من قبل أجهـزة خاصة داخل المقسم تسمى مـرسل الإشارة (Signal Sender) وتستقبل في المقسم الآخر بوساطة مستقبل الإشارة (Signal Receiver).
- **طريقة الإشارة (R_2)**: تمثل كل خانة من خـانات رقم المشترك بنغمتين مختلفتين في التردد، كما تختلفان أيضاً عن النغمات التي تصدرها هواتف الكبسات.

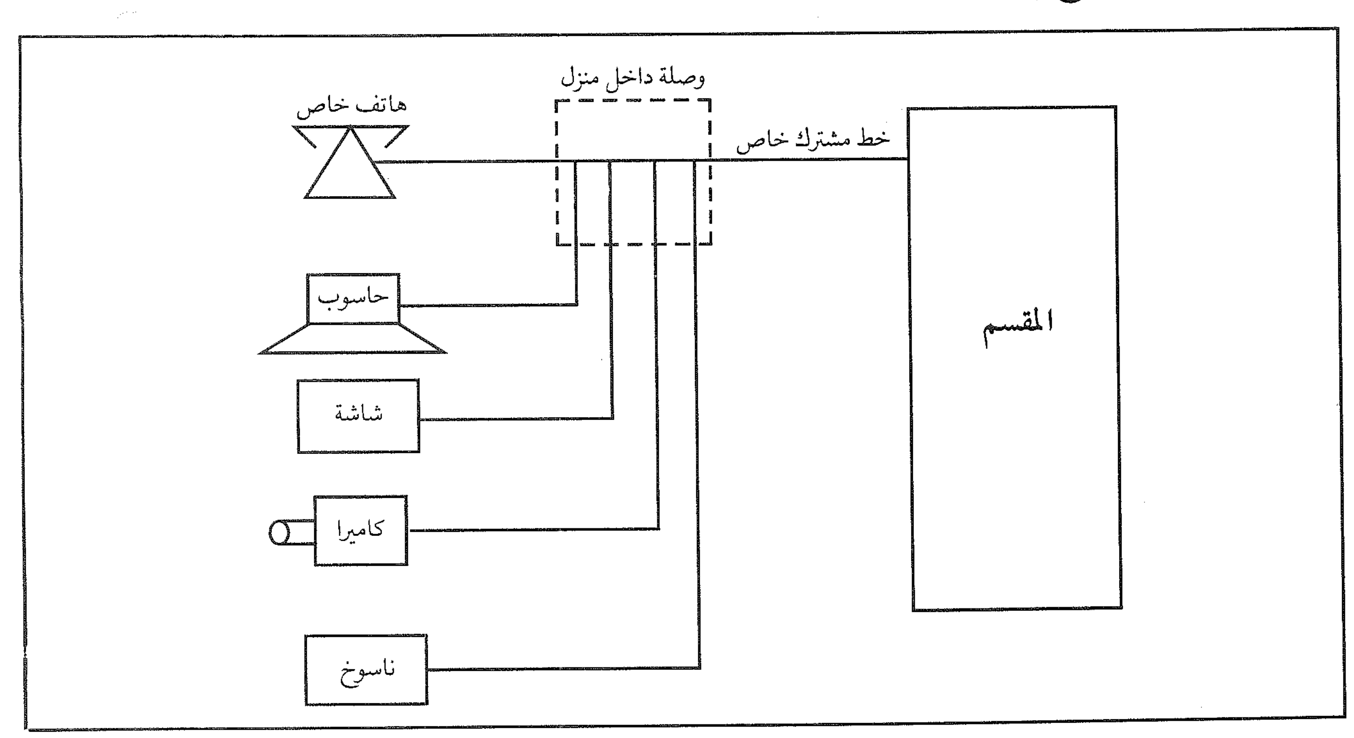
ومن جهة أخرى فإن هـذه الإشارات ثنائية الاتجاه، حيث تسمى الإشـارات المرسلة من المقسم الطالب إلى المقسم المطلوب الإشارات الأمامية. أما الإشارات التي يرسلها المقسم المطلوب إلى المقسم الطالب فتسمى إشارات راجعة.

لا تقتصر طريقـة (R_2) على تـوليد نغمات فقط لتمثيل خـانـات الأرقام، بل تشتمل على نغمات بترددات مختلفـة لتمثل حالة خط المشترك إن كـان معطلاً أو صالحاً أو مشغولاً، كما تمثل بداية احتساب المكـالمة وانتهاء عملية الترقيم، وغير ذلك من الإشارات.

ب - نظام إشارة القناة المشتركة (Common Channel Signalling)

يختلف هذا النظام عن الأنظمة السابقة، وذلك لأن الإشارات التي تمثل حالة الخط وخانات رقم المشترك يتم تبادلها مباشرة بين أجهزة التحكم في المقاسم بـوساطة قنوات منفصلة عن قنوات الكلام، وبطريقة مختلفـة عن الأنظمة السابقة. يمتاز هذا النظام بالدقة والسرعة، ويمتاز بأنه المعتمد بشكل واسع في المقاسم الإلكترونية الحديثة.

لقد أتاح نظام إشارة القنـاة المشتركة إمكانية ربط هاتف خاص، وجهاز حاسوب وكاميرا، وجهـاز ناسوخ، وشاشة على الخط نفسه الذي يصل المقسم الإلكتروني الحديث بمنـزل المشترك. ومما يجدر ذكره أن هذا الخط سيكون خطـاً خاصاً يختلف عن الخط العادي المستخدم حالياً، وبذلك يحصل المشترك على خدمات متكاملة أكثر بكثير من الخدمات المتاحة حالياً، كما هو موضح في الشكل (٥-١١).



الشكل (٥-١١): الخدمات المتكاملة

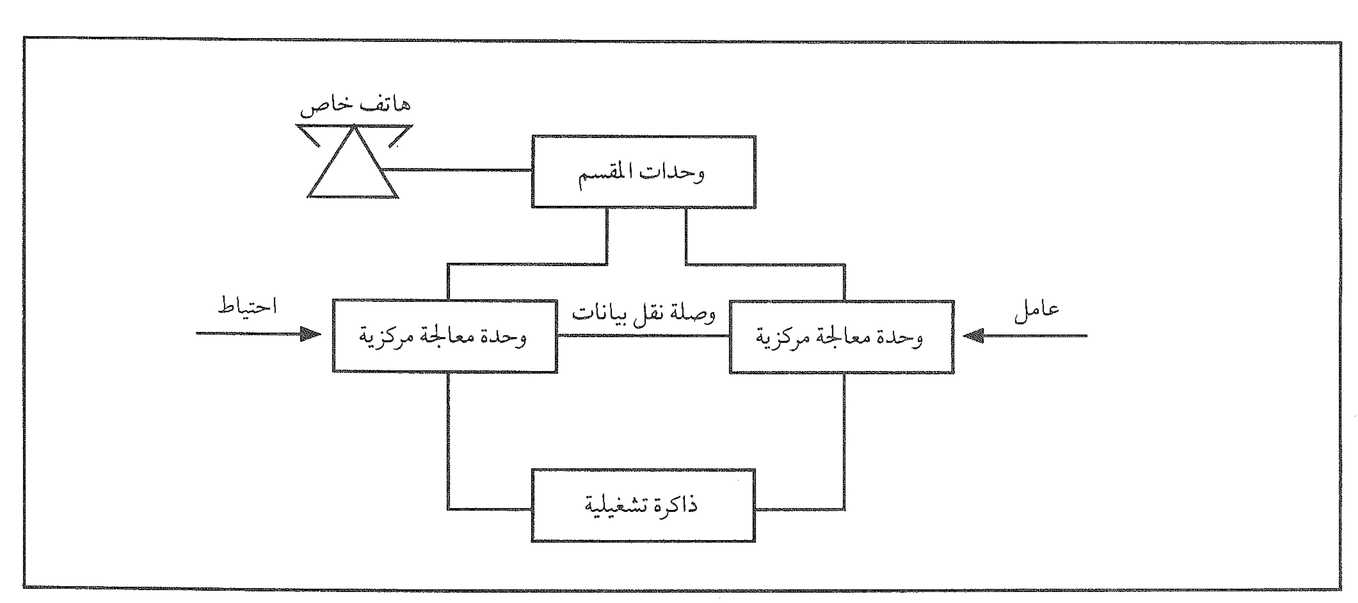
خامساً طرق التحكم بالمقاسم الإلكترونية

لعلك لاحظت أن التحكم بعمل المقسم يتم عبر وحدة معينـة، وهنا لا بد أن تسأل: **ما الاحتياجـات الموجودة لمنع تعطل المقسم بالكـامل؟** لقد تـم تطوير طـرق تحكم كثيرة تعتمد على زيـادة عدد وحـدات التحكم الرئيسـة، بحيث إذا تعطلت أي وحدة تعمل الأخرى تلقائياً، وبالتالي فقد أصبحت إمكانية التعطل الكامل للمقسم قليلة جداً، ومن هذه الطرق:

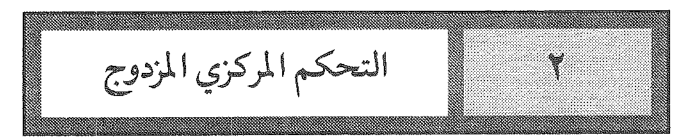
١ التحكم المركزي عامل/ احتياط (Active / Hot Standby)

تحتوي طريقة التحكم المركزي عامل/ احتياط الموضحـة في الشكل (٥-١٢) على وحدتي معالجة مركزية متشابهتين تماماً، ومرتبطتين بوصلة نقل بيانات خاصة، وبذاكرة تشغيلية مشتركة.

ومما يجدر ذكـره أن أياً من وحـدتي المعالجة قـادرة على التحكم التام بـالمقسم، ولذلك إذا تعطلت الـوحدة العـاملة تعمل الوحدة الاحتياطية تلقائياً، ولا يحدث أي خلل فيه.

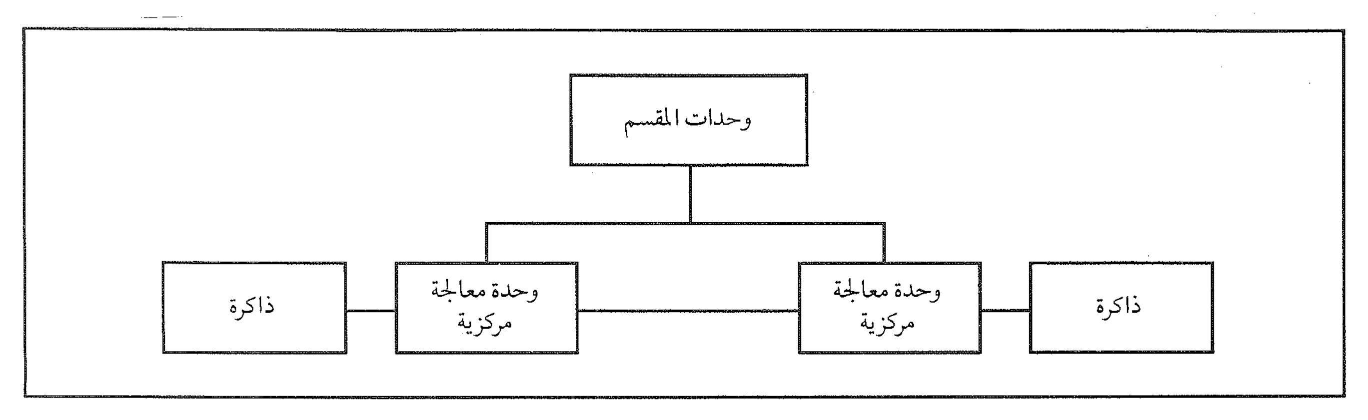


الشكل (٥-١٢): التحكم المركزي (عامل / احتياط)

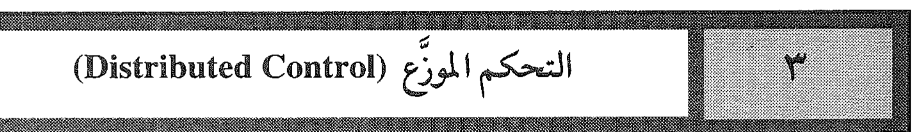


٢ التحكم المركزي المزدوج

يـوضح الشكل (٥-١٣) طريقـة التحكم المركزي المزدوج، حيث تشبـه هـذه الطريقـة السابقـة بوجـود وحدتي معـالجة مركـزية، ولكن تختلف عنها لأن الـوحدتين تعملان بشكل فاعـل دائماً، وتتقاسمان إجراءات تنفيذ المكـالمات والأعمال الأخرى المساعـدة لعمل المقسم (Load Sharing). وإذا تعطلت إحـدى الوحدتين، فـإن درجة أداء المقسم تـتدنى في ساعـات الحركة الهاتفية القصوى.

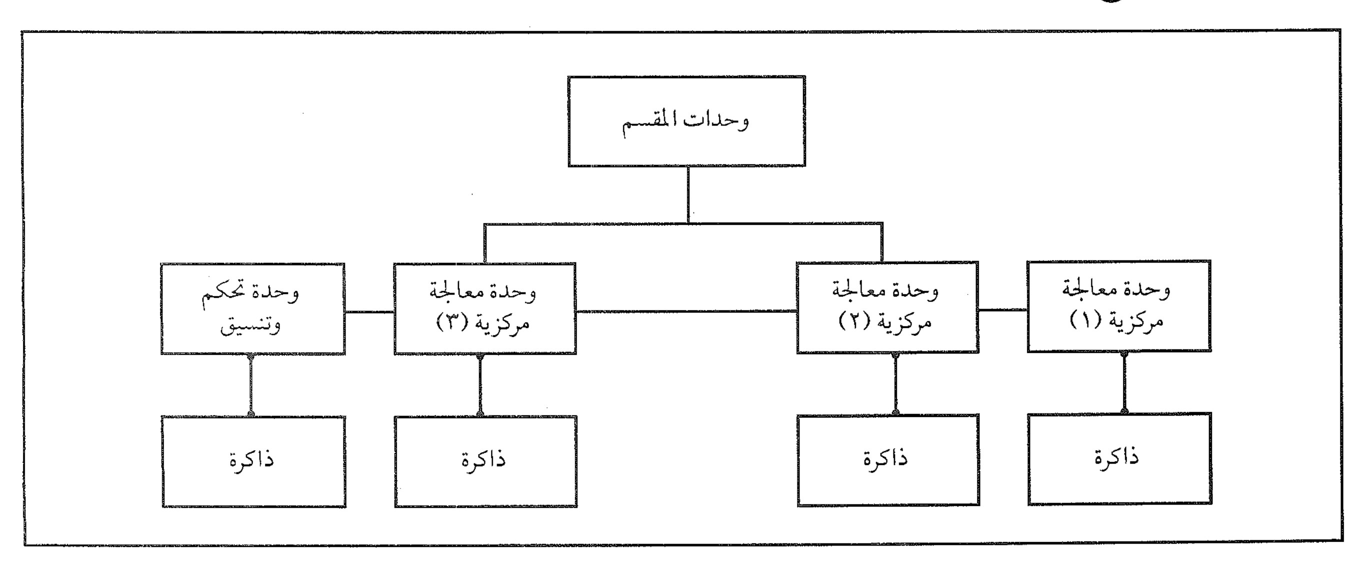


الشكل (٥-١٣): التحكم المركزي المزدوج



٣ التحكم الموزّع (Distributed Control)

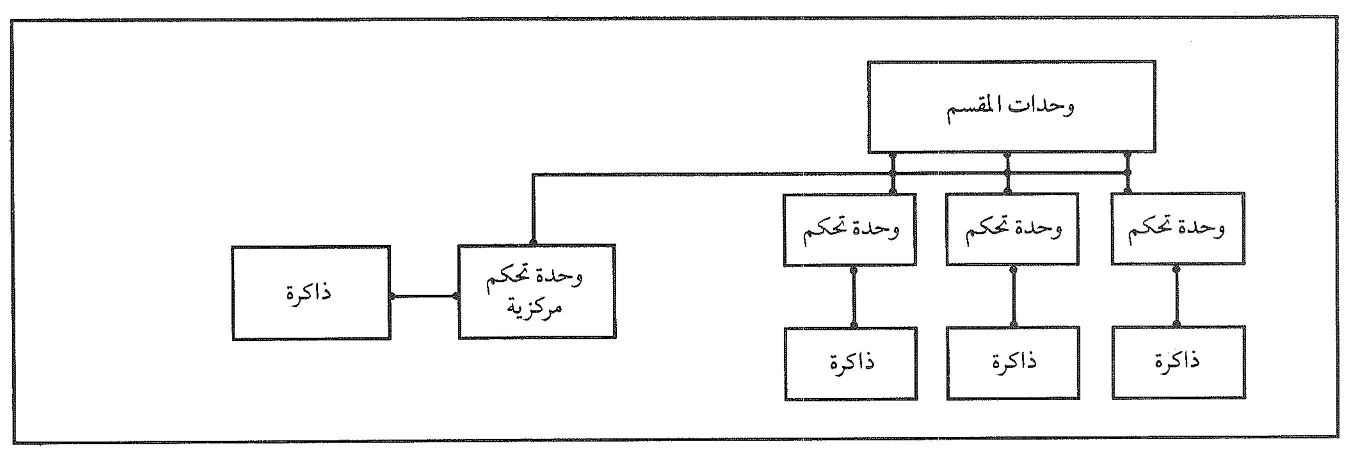
تسمى هذه الطريقة التحكم الموزّع، وذلك لأن جميع الوظائف التي يقوم بها المقسم تقسم بين عدد من وحدات المعالجة المركزية، كما هو موضح في الشكل (٥-١٤).



الشكل (٥-١٤): التحكم الموزّع

فمثلاً تتخصص وحدة المعالجة المركزية الأولى بمراقبة حالة هاتف المشترك، ومعالجة إشارات الترقيم الصادرة عن هاتفه. بينما تتخصص الوحدة الثانية بالبحث عن مسار الكلام في مصفوفة الملامسات في شبكة التوصيل، وكذلك فقد تتخصص الوحدة الثالثة بوظيفة المحاسبة... وهكذا. يسمى هذا النوع بالتحكم الوظيفي.

وهناك نوع آخر من التحكم الموزّع يسمى المشاركة في تقسيم كامل الحمل والمهام والوظائف، ويقصد بذلك تقسيم المشتركين إلى مجموعات، بحيث تتكفل إحدى وحدات التحكم بإجراء جميع الوظائف لهؤلاء المشتركين، ابتداءً من رفع المشترك سماعته حتى انتهاء المكالمة، كما هو موضح في الشكل (٥-١٥). ومما يجدر ذكره أنه توجد وحدة تحكم مسؤولة عن التنسيق بين هذه الوحدات في أثناء قيامها بوظائفها. وأخيراً تجدر الإشارة إلى استخدام طريقة التحكم الموزّع في تصميم أنظمة التحكم بالمقاسم.



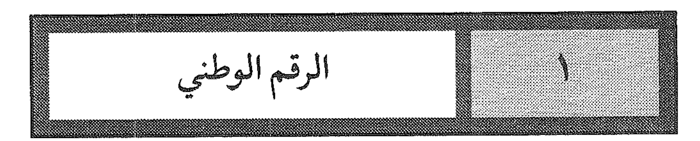
الشكل (٥-١٥): التحكم حسب الأحمال

سادساً أنظمة الترقيم (Numbering Plan)

كيف يتم التفريق بين مشترك وآخر؟ ما المقصود برمز المنطقة؟

إن أنظمة الترقيم هي الطريقة المستخدمة للتمييز بين مشترك وآخر.

إن الرقم المخصص للمشترك هو عنوانه الهاتفي الذي يمكن للمقسم تعرفه، وهو يشبه العنوان البريدي. يتكون رقم المشترك من مجموعة من الأرقام تدل على المقسم المرتبط به ذلك المشترك.



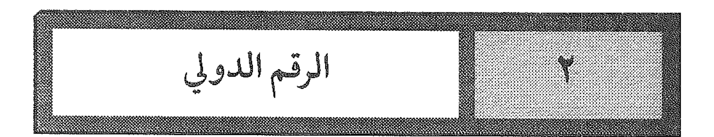
١ الرقم الوطني

إن العدد الهائل من أرقام المشتركين يجعل من الصعب التفريق بينهم، ولذلك فقد تم اعتماد أسلوب معين لهذا الغرض، وتم بذلك تقسيم البلد الواحد إلى مناطق جغرافية عدة، وأعطي لكل منطقة جغرافية رمز وطني (Area Code) مكون من رقمين أو ثلاثة أرقام، ويبين الجدول (٥-١) رموز المناطق الجغرافية في الأردن.

الجدول (٥-١): رموز المدن والمناطق الجغرافية

المنطقة الجغرافية	الرمز	المنطقة الجغرافية	الرمز
عمان وضواحيها	٠٦	الزرقاء وضواحيها	٠٩
إربد وضواحيها	٠٢	الكرك	٠٣
جرش وعجلون والمفرق	٠٤	العقبة	٠٣
السلط والبلقاء والأغوار الوسطى	٠٥	الطفيلة	٠٣
مأدبا والمطار	٠٨	معان	٠٣

ولتوضيح استعمال هذه الرموز، نفترض أن المشترك صاحب الرقم (٦٣٨٣٠١) في عمان يريد الاتصال بالمشترك (٢٤٠٠٠١) في إربد، فعليه أولاً أن يدير القرص على الرقم (٠) ليرتبط بالمقسم الوطني ثم على الرقم (٢) ليختار مدينة إربد ثم يدير القرص على رقم المشترك كاملاً (٢٤٠٠٠١) وينتظر نغمة الانتظار أو نغمة المشغول.



٢ الرقم الدولي

لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات رمزاً معيناً (Country Code) لكل دولة يميزها عن غيرها من الدول، ويوضح الجدول (٥-٢) الرموز الهاتفية لبعض الدول.

الجدول (٥-٢): الرموز الهاتفية لبعض الدول

الدولة	الرمز	الدولة	الرمز
الأردن	٩٦٢	بريطانيا	٤٤
سورية	٩٦٥	فرنسا	٣٣
السعودية	٩٦٦	مصر	٢٠
أميركا	١	اليابان	٨١
كندا	١	سويسرا	٤١

إذا أراد شخص إجراء مكالمة هاتفية مع مشترك في بريطانيا مثلاً فعليه اتباع ما يأتي:

أ - يدير قرص هاتفه على مفتاح (رمز) الاتصال الدولي، والذي غالباً ما يكون (٠٠).

ب - يدير القرص على الرمز الهاتفي لبريطانيا وهو (٤٤).

ج - يدير القرص على رمز المدينة الموجود فيها المشترك المطلوب، وليكن مثلاً مدينة لافبرا ورمزها (٩٠٦).

د - يدير القرص على هاتف المشترك في تلك المدينة وليكن (٤٨٤٨٤٨) وبذلك يكون المشترك الطالب قد أدار قرصه على الأرقام (٨٤٨ ٤٨٤ ٩٠٦ ٤٤ ٠٠)، ثم ينتظر ليسمع نغمة الجرس العائدة أو نغمة المشغول.

تمرين

حاول الاتصال بمشترك في مدينة العقبة. اذكر الخطوات التي اتّبعتها.

سابعاً المحاسبة والعدادت

كيف تتم محاسبة المشتركين في الهاتف؟

تصنف المكالمات الهاتفية كما يأتي:

١ - المكالمات المحلية (Local Calls): وهي تلك المكالمات التي تتم بين مشتركين في المنطقة الجغرافية الواحدة المحددة بخطة الترقيم.
٢ - المكالمات الوطنية: وهي المكالمات التي تتم بين مشتركين في منطقتين جغرافيتين أو بين بلد وآخر داخل الدولة.
٣ - المكالمات الدولية: وهي تلك التي تتم بين مشتركين في دولتين.

يوجد لكل مشترك عدادمكالمات خاص به في المقسم المربوط عليه، وتزداد قراءة هذا العداد كل وحدة زمنية، فمثلاً في الأردن تحسب الوحدة الزمنية للمكالمات المحلية أربع دقائق، كما تحسب أيضاً أجرة تلك الوحدة بعشرين فلساً.

تسجل قراءات العدادت في المقاسم مرة كل فترة زمنية على أشرطة ممغنطة، ثم تعالج في مركز لمعالجة المعلومات لإصدار مطالبة مالية للمشترك بالمكالمات المحلية الزائدة، وذلك لأن لكل مشترك عدداً من المكالمات المحلية المجانية. أما المكالمات الوطنية والدولية فتعالج بأسلوب آخر، حيث يسجل وقت ابتداء المكالمة وانتهائها وتاريخ المكالمة والجهة التي أجريت معها المكالمة على أشرطة ممغنطة، وتعالج في مركز معالجة المعلومات مرة كل شهر، وذلك لإصدار المطالبة المالية للمشترك. ومما تجدر الإشارة إليه أن لكل منطقة جغرافية تعرفة خاصة بها، وكذلك هناك تعرفة لكل دولة من الدول.

ثامناً المقاسم الفرعية (Private Branch Exchange)

ما المقسم الفرعي؟ وكيف يرتبط مع المقسم العام؟

يعرّف المقسم الفرعي بأنه مقسم هاتفي بسعة محدودة نسبياً يستخدم لربط مشتركين تابعين لجهة رسمية أو هيئة خاصة يعملون داخل مبنى أو مبانٍ تابعة لتلك الجهة، حيث يتم ربط المشتركين بالمقسم الفرعي عن طريق شبكة سلكية خاصة.

يرتبط المقسم الفرعي بالمقسم العام بعدد من الخطوط الهاتفية المتصلة بشبكة الهاتف العامة لتأمين المقسم الفرعي بإمكانية الاتصال مع المشتركين الآخرين أو استقبال مكالماتهم. ومما يجدر ذكره أن سعة المقسم الفرعي تقاس بعدد الخطوط الخارجية التي يمكن أن ترتبط به، وبعدد الهواتف الفرعية المربوطة عليه.

١ أنواع المقاسم الفرعية

لقد تطورت المقاسم الفرعية، كما تطورت المقاسم العامة، ولذلك يوجد نوعان من المقاسم الفرعية هما:

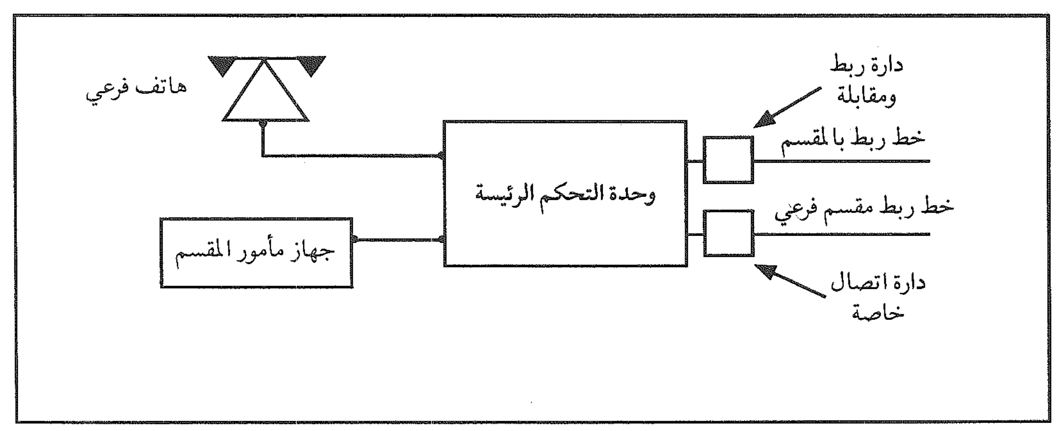
أ - المقاسم الفرعية اليدوية (Private Manual Branch Exchange)

تتم معالجة المكالمات الهاتفية في المقاسم اليدوية بمساعدة مأمور المقسم. كما تتم عملية ربط المشتركين بوساطة القابس أو لوحة المفاتيح الموجودة في المقسم الفرعي. ومما تجب ملاحظته أنه لا يمكن لأي مشترك فرعي على هذا المقسم الاتصال بمشترك فرعي آخر، أو الاتصال بمشترك خارجي إلا بمساعدة مأمور المقسم. ومع التطور السريع في صناعة المقاسم، فإن هذا النوع أصبح قليل الاستعمال.

ب - المقاسم الفرعية الإلكترونية (Electronic Private Automatic Branch Exchange: EPABX)

يسمى هذا النوع أيضاً المقاسم الفرعية الإلكترونية الآلية، وباستطاعة المشتركين على هذه المقاسم الفرعية الاتصال بالمشتركين الفرعيين الآخرين، أو بالمشتركين على المقاسم العامة بصورة آلية، ودون تدخل مأمور المقسم.

إلا أن استقبال المكالمات الهاتفية الخارجية وإيصالها إلى المشتركين لا بد أن يتم بمساعدة مأمور المقسم. يبين الشكل (٥-١٦) المخطط الصندوقي للمقسم الفرعي الآلي.



الشكل (٥-١٦): المخطط الصندوقي لمقسم فرعي الكتروني

يتكون المقسم الفرعي الإلكتروني من الأجزاء الرئيسة الآتية:

١ - وحدة التحكم الرئيسة.
٢ - جهاز مأمور المقسم.
٣ - أجهزة الربط والمقابلة مع المقسم العام أو المقاسم الفرعية الأخرى.

تزوّد وحدة التحكم الرئيسة المشتركين بنغمة ابتداء الترقيم، ونغمة المشغول والانتظار وغيرها.

أما جهاز مأمور المقسم فيستخدم لاستقبال المكالمات الواردة إلى الفروع من خارج شبكتهم الخاصة، وتمريرها إلى الهواتف الفرعية المطلوبة. كما يتم أيضاً طلب المكالمة الخارجية بوساطة لوحة المفاتيح الموجودة في جهاز مأمور المقسم. وبالإضافة إلى ذلك يمكن بوساطة هذا الجهاز إدخال البرامج التي تحدد مجالات استعمال المشتركين، والامتيازات التي يمكن أن تعطى لمجموعة دون أخرى. تستخدم أجهزة الربط والمقابلة لربط المقسم الفرعي مع المقسم العام بخط هاتفي عادي لتأمين المقسم الفرعي بأرقام لتمكين الفروع الداخلية من الاتصال الخارجي، واستقبال المكالمات عبر جهاز مأمور المقسم.

أما المقاسم الفرعية الآلية فيمكن أن ترتبط مع بعضها بوساطة دارات اتصال خاصة تسمى خطوط الربط (Tie Lines) دون الحاجة إلى استخدام خط خارجي. وفي هذه الحالة يمكن التحويل بين الأرقام المربوطة على هذه المقاسم.

٢ خصائص المقاسم الفرعية

يتوافر في المقاسم الفرعية خصائص وميزات تقتضيها طبيعة عمل الهيئة المستخدمة لهذا المقسم، ومن هذه الخصائص:

أ - تحديد مستوى الاتصال (Call Retransmission Service): حيث تبرمج الخطوط الفرعية، ليسمح لبعضها إجراء المكالمات الهاتفية الداخلية والخارجية دون الحاجة إلى مساعدة مأمور المقسم، بينما تبرمج الخطوط الفرعية الأخرى لإجراء مكالمات داخلية فقط، ويتم الاتصال بالمكالمات الخارجية أو استقبالها عن طريق مأمور المقسم.
ب - تحويل المكالمات الواردة إلى المقسم الفرعي بعد ساعات الدوام الرسمي إلى الموظف الليلي المناوب (Night Service).
ج - إجراء مكالمة هاتفية بين أكثر من مشترك في الوقت نفسه (Conference Call).

د - استقبال مكالمة هاتفية لمشترك غير موجود في مكتبه (Call Pickup).

هـ - تحويل المكالمة الواردة إلى هاتف آخر أو رقم آخر (Call Transfer).

و - النداء الصوتي (Paging System) وهو النداء على أشخاص بوساطة سماعات خارجية.

ز - اختصار الترقيم (Abbreviated Dialling) حيث تخزن الأرقام كاملة في ذاكرة، ويعطى رمز مكون من رقمين أو ثلاثة لكل من الأرقام الكاملة، يمكن استخدامه لإجراء المكالمات.

ح - السماح للمدراء أو مأمور المقسم بالدخول على مكالمات هاتفية بين شخصين، وذلك لضرورة الحديث مع أحدهما.

ط - الطلب من المقسم الفرعي ربط مشترك مع مشترك فرعي آخر مشغول حال انتهاء الأخير من مكالمته (Camp on Busy).

ي - التحدث في اتجاهين منفصلين مع مشتركين دون سماع أحدهما لحديث الآخر، حيث يبقى أحدهما يسمع نغمة الانتظار (Call Waiting)



أسئلة وتمرينات

١ - اشرح ما يحدث في المقسم عندما ترفع سماعة هاتفك وتتصل بمشترك آخر فتجد خطه مشغولاً.

٢ - ارسم المخطط الصندوقي للمقسم العام، واشرح باختصار عمل كل وحدة من وحداته.

٣ - اشرح ما يحدث في المقسم إذا لم يستجب المشترك المطلوب لإشارة الجرس.

٤ - ما اسم الوحدة التي تربط بين مشتركين مربوطين على المقسم نفسه عند الاتصال؟

٥ - اذكر أنواع المقاسم الآلية، وبين سبب تسميتها بهذا الاسم.

٦ - ارسم المخطط الصندوقي لمقسم كروسبار واشرح عمل كل وحدة من وحداته.

٧ - اشرح مستعيناً بالرسم فكرة عمل شبكة التوصيل في مقسم الكروسبار.

٨ - اذكر أنواع المقاسم الإلكترونية، ثم قارن بين المقسم الإلكتروني والمقسم الكهرميكانيكي.

٩ - ارسم المخطط الصندوقي للمقسم الإلكتروني التمثيلي، واشرح عمل كل من: دارة المشترك، وحدة التحكم الوسيطة، وحدة الإشارة والترقيم.

١٠ - اشرح مستعيناً بالرسم فكرة عمل شبكة التوصيل في المقسم الإلكتروني التمثيلي.

١١ - اشرح مع الرسم فكرة عمل الشبكات التمثيلية ذات تقسيم الحيز.

١٢ - اشرح باختصار أهم الأعمال التي تقوم بها وحدة المعالجة المركزية في المقسم الإلكتروني التمثيلي.

١٣ - بين مع الرسم الاختلاف الرئيس بين المقسم الإلكتروني الرقمي والمقسم الإلكتروني التمثيلي.

١٤ - عدد مزايا المقاسم الإلكترونية الرقمية، واذكر ثلاث خدمات يقدمها للمشتركين، وثلاث أخرى لإدارة الاتصالات.

١٥ - اشرح باختصار أصناف أنظمة الإشارة في المقاسم العامة.

١٦ - اذكر طريقتين للإشارة يتعامل بها نظام الإشارة المصاحب للقناة.

١٧ - بماذا تسمى الإشارات المرسلة من المقسم الطالب إلى المقسم المطلوب.

١٨ - بين مستعيناً بالرسم إشارة القناة المشتركة في المقسم العام، واذكر فوائد هذا النظام.

١٩ - اشرح مستعيناً بالرسم طريقتين للتحكم با لمقاسم الإلكترونية.

٢٠ - عرف المقسم الفرعي، وارسم مخططاً صندوقياً يبين وحدات مقسم فرعي إلكتروني.

٢١ - اذكر خمساً من خصائص المقسم الفرعي الإلكتروني.

٢٢ - اشرح معنى تحديد مستوى الاتصال في المقسم الفرعي.

٢٣ - اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

أ - إذا لم يستجب المشترك المطلوب لإشارة الجرس:

(١) يستمر المقسم بإعطاء إشارة الجرس دون توقف.

(٢) تزيد قراءة عداد احتساب مكالمات المشترك الطالب.

(٣) لا شيء مما ذكر.

ب - إذا كان المشترك المطلوب غير مشغول:

(١) ترسل وحدة التحكم عن طريق وحدة التنبيه إشارة الجرس.

(٢) ترسل وحدة التحكم نغمة الانتظار إلى المشترك الطالب.

(٣) تحجز وحدة التحكم مسار كلام في شبكة التوصل.

(٤) كل ما ذكر.

جـ - عند رفع المشترك المطلوب سماعة جهاز هاتفه:

(١) تستمر نغمة الانتظار عند المشترك الطالب.

(٢) تفصل وحدة التحكم إشارة الجرس عند المشترك المطلوب.

(٣) تحجز وحدة التحكم مسار كلام في شبكة التوصيل.

(٤) لا شيء مما ذكر.

د - تقوم وحدة خط المشترك في مقسم الكروسبار:

(١) بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم المركزية لتزود المشترك بنغمة الحرارة.

(٢) بإعطاء إشارة الجرس.

(٣) بإعطاء نغمة الانتظار.

(٤) لا شيء مما ذكر.

هـ - من الأسباب التي تجعل المقسم الإلكتروني مفضلاً على المقسم الكهرميكانيكي:

(١) جميع خطوات الاتصال تتم باستخدام الحاسوب.

(٢) سعته الرقمية كبيرة وانخفاض كلفته وصغر المساحة اللازمة لتركيبه.

(٣) درجة وثوقيته عالية.

(٤) كل ما ذكر.

و - تقوم وحدة التحكم الوسيطة في المقسم الإلكتروني التمثيلي:

(١) بفحص هاتف المشترك إن كان مشغولاً أم لا.

(٢) باستقبال إشارات الترقيم وتزويد وحدة المعالجة المركزية بها.

(٣) بإخلاء مسارات الكلام.

(٤) لا شيء مما ذكر.

ز - تنقسم المقاسم من حيث موقع استخدامها إلى:

(١) مقاسم إلكترونية ومقاسم يدوية.

(٢) مقاسم محلية، ووطنية، ودولية.

(٣) مقاسم كروسبار، وخطوة خطوة.

ح - طريقة تحكم الموزّع في المقاسم الإلكترونية:

(١) تعد أفضل الطرق، وهناك اتجاه لاعتمادها في جميع المقاسم.

(٢) تعتمد وحدتي معالجة مركزية، حيث تعملان بشكل فاعل دائماً.

(٣) لا شيء مما ذكر.

ط - يتكون رقم هاتف شخص موجود خارج الأردن من:

(١) مفتاح الاتصال الدولي ثم رقم المشترك.

(٢) الرمز الوطني ثم رقم المشترك.

(٣) مفتاح الاتصال الدولي ثم الرمز الدولي ثم الرمز الوطني ثم رقم المشترك.

ي - تحسب الوحدة الزمنية للمكالمات المحلية في الأردن:

(١) كل خمس دقائق بأجرة عشرين فلساً.

(٢) كل أربع دقائق بأجرة عشرين فلساً.

(٣) كل ثلاث دقائق بأجرة عشرين فلساً.

الـوحـدة السادسة

التلغراف والناسوخ ونقل المعلومات
(Telegraphy, Facsimily and Data Transmission)

كيف بدأ تبادل البرقيات؟ هل يمكن نقل الوثائق والصور؟

كيف ترتبط الشاشات وأجهزة الحاسوب الشخصي مع حاسوب رئيس؟

إن استخدام الأجهزة الإلكترونية يوفر وسيلة سريعة لنقـل الرسائل والصور والمعلومات لمسافات بعيدة، وفي كل الأوقات والظروف.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

١ - تتفهم إشارات التلغراف وداراته.
٢ - تميز أجهزة الناسوخ وتشغلها وتعمل لها الصيانة اللازمة.
٣ - تحدد شبكة المعلومات وأنواعها والشيفرات (Codes) المستخدمة فيها.

أولاً التلغراف

كيف تمثل الأرقام والحروف والإشارات كهربائياً؟ هل تطورت وسائل تبادل البرقيات؟

يعرّف التلغراف بأنه الطريقة التي يتم بوساطتها إرسال رسالة ما باستخدام أجهزة كهربائية أو إلكترونية لمسافات بعيدة. وكما تطورت الاتصالات الهاتفية، فقد تطورت الاتصالات البرقية تطوراً كبيراً. لقد استخدم «مورس» (Morse) في البداية إشارات كهربائية مختلفة الزمن لتمثيل الحروف والأرقام تسمى الشرطة والنقطة، حيث كان زمن الشرطة ثلاثة أمثال زمن النقطة. لقد كان إرسال الحروف والأرقام يتم عن طريق إغلاق أو فتح دارة كهربائية بطريقة معينة. أما استقبالها فكان يتم عن طريق الاستماع إلى تلك الإشارات، ومن ثم تحويلها كتابة باليد إلى الحروف أو الأرقام أو الرموز المقابلة لها. ومما لا شك فيه أن هذه الطريقة تعتمد على العامل البشري في الإرسال والاستقبال، وأن الخطأ البشري فيها لا يمكن تجنبه.

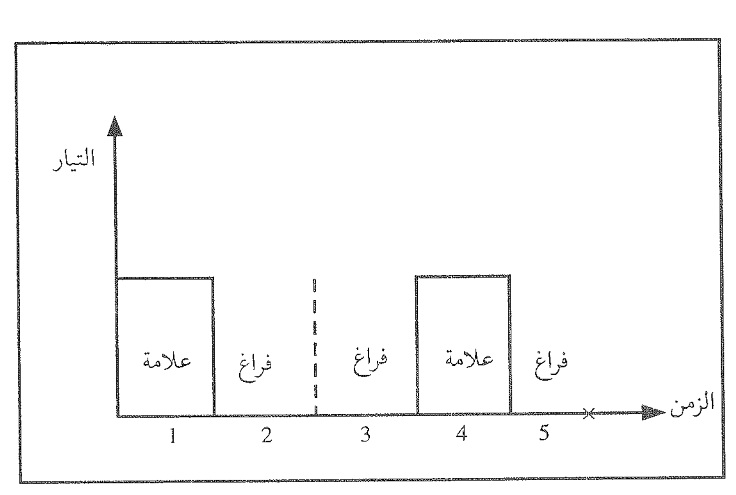
ثم دخلت طريقة «بود» (Baudot) المكونة من خمس وحدات كهربائية لتمثيل الأرقام والحروف، وقد أصبح إرسال البرقيات باستعمال أجهزة تسمى المبرقات (Teleprinters) يتم بصورة آلية دون تدخل العامل البشري. وأدى هذا التطور إلى زيادة ملحوظة في الاتصالات البرقية، وكانت في البداية هي الطريقة الوحيدة لتبادل البرقيات بين الدول المختلفة. وقد ساعدت هذه الطريقة في تطوير حركة الملاحة العالمية البحرية والجوية لما وفرته من معلومات للسفن والطائرات في حالات الحرب والسلم.

١ إشارات التلغراف

ماذا يعني نظام الوحدات الخمس في التلغراف؟

يتكون كل حرف أو رقم بنظام (بود) من خمس وحدات زمنية متساوية. وتمثل كل وحدة زمنية إما حالة إغلاق لدارة كهربائية، أو حالة فتح لها. تسمى حالة الإغلاق التي يمر فيها تيار كهربائي علامة (Mark) أما حالة فتح الدارة والتي لا يمر فيها تيار كهربائي فتسمى فراغاً (Space). وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذا النظام هو نظام ثنائي؛ لأنه مكون من حالتين فقط هما علامة وفراغ، وبذلك نجد أن أي رقم مثلاً مكون من وحدات علامة وفراغ.

وعلى سبيل المثال، فإن حرف (D) مكون من التشكيلة (10010) الموجودة في جدول (٦-١) والموضحة في الشكل (٦-١). حيث (1) يمثله علامة، (0) يمثله الفراغ وقد تتساءل: **كم عدد الحروف والأرقام التي يمكن تمثيلها بهذه الطريقة؟** إن عدد التشكيلات (Combinations) التي يمكن الحصول عليها يساوي ($٢^{٥}$) = (٣٢) تشكيلة. ولما كانت اللغة الإنجليزية مكونة من (٢٦) حرفاً وعشرة أرقام وإشارات أخرى مثل (+،-،÷،×) وغيرها، فإن (٣٢) تشكيلة لا تكفي لهذه الغاية.



الشكل (٦-١): تمثيل تشكيلة حرف D

لقد تم التغلب على هذه المشكلة باستخدام التشكيلة نفسها لتمثل حرفاً أو رقماً، ولكن بطريقة تحكم معينة (باستخدام تشكيلة معينة) تجعل المبرقة تطبع حروفاً فقط، وتسمى هذه الحالة حالة الحروف (Letter Case). واستخدام تشكيلة أخرى تجعل المبرقة تطبع الأرقام والإشارات الأخرى، وتسمى هذه الحالة حالة الأرقام (Figure Case)؛ أي أن المبرقة إذا استقبلت تشكيلة حالة الحروف فإنها تترجم أي تشكيلات أخرى تستقبلها بعد ذلك بحروف فقط، ثم إذا استقبلت تشكيلة الأرقام فإنها أيضاً تترجم أي تشكيلات أخرى تستقبلها بالأرقام. وهكذا نجد أنه يمكن التحكم بالطباعة عن طريق التشكيلات السابقة. ومن الواضح أن طريقة التحكم هذه قد زادت عدد التشكيلات الممكنة إلى (٦٤) تشكيلة، وبذلك أمكن إرسال كل الحروف والأرقام والإشارات الأخرى.

الجدول (٦-١): الشيفرة العالمية رقم (٢)

حالة الأرقام	حالة الحروف	$b_1 b_2 b_3 b_4 b_5$
Blank	Blank	0 0 0 0 0
3	E	0 0 0 0 1
Line Feed	Line Feed	0 0 0 1 0
—	A	0 0 0 1 1
Space	Space	0 0 1 0 0
(Apos),	S	0 0 1 0 1
8	I	0 0 1 1 0
7	U	0 0 1 1 1
Car. Ret	Car. Ret	0 1 0 0 0
WRU	D	0 1 0 0 1
4	R	0 1 0 1 0
Aud Sig	J	0 1 0 1 1
(Comma),	N	0 1 1 0 0
f	F	0 1 1 0 1
:	C	0 1 1 1 0
(	K	0 1 1 1 1
5	T	1 0 0 0 0
+	Z	1 0 0 0 1
)	L	1 0 0 1 0
2	W	1 0 0 1 1
f	H	1 0 1 0 0
6	Y	1 0 1 0 1
0	P	1 0 1 1 0
1	Q	1 0 1 1 1
9	O	1 1 0 0 0
7	B	1 1 0 0 1
f	G	1 1 0 1 0
Figures	Figures	1 1 0 1 1
.	M	1 1 1 0 0
/	X	1 1 1 0 1
=	V	1 1 1 1 0
Letters	Letters	1 1 1 1 1

توجد طريقة أخرى للتعبير عن مكونات التشكيلات بدلاً من استعمال كلمة علامة وفراغ، فإذا اعتبرنا أن الرقم (1) يمثل العلامة، وأن الصفر (0) يمثل الفراغ، فإن تشكيلة الحرف (D) تكون كما يأتي (10010) والتي تناظر $b_5 b_4 b_3 b_2 b_1$ - انظر جدول (٦-١).

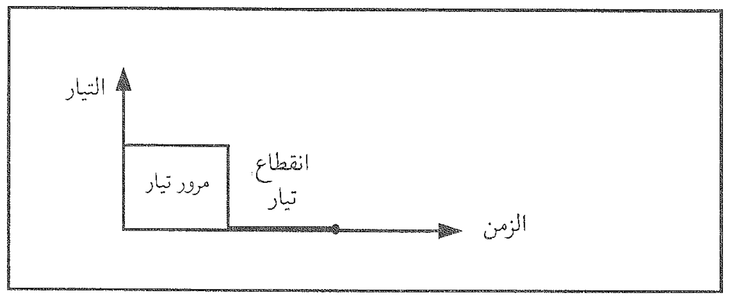
ومن جهة أخرى فإن الاتحاد الدولي للاتصالات يسمى نظام الوحدات الخمس السابق، النظام رقم (٢) (Alphabet Number 2)

ويوضح الجدول (٦-١) التشكيلات المختلفة لتمثيل الأرقام والحروف والرموز. وهنا لا بد من أن تساءل: **كيف تمثل التشكيلات كهربائياً؟**

يوجد نوعان من الإشارات المستخدمة في أنظمة التلغراف، وهما:

أ - التيار المفرد (Single Current)

إن أبسط طريقة لتمثيل العلامة أو الرقم (1) هو مرور تيار باتجاه معين لفترة زمنية محددة. أما الفراغ أو الرقم (0) فيمثَّل بانقطاع التيار للفترة الزمنية السابقة نفسها، حيث تسمى هذه الطريقة التيار المفرد، وهي مبيّنة في الشكل (٦-٢).



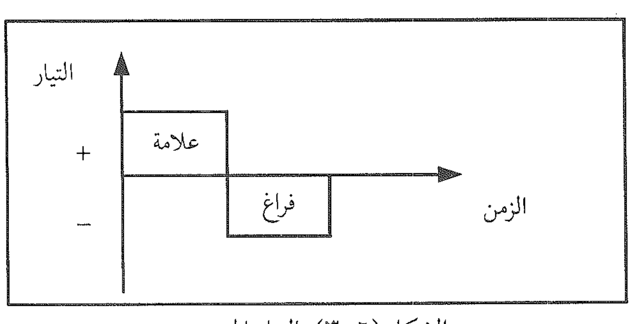
الشكل (٦-٢): التيار المفرد

وبهذا نجد أن التشكيلات بهذه الطريقة هي مرور وانقطاع التيار (On/Off).

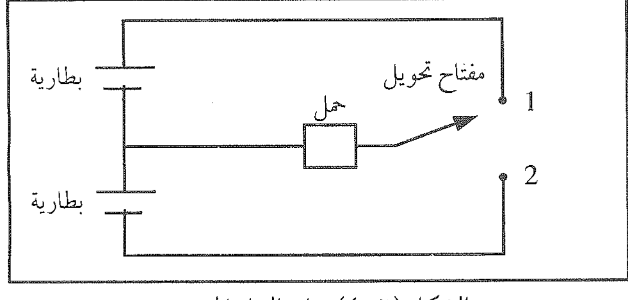
ب – التيار المزدوج (Double Current)

تعد طريقة التمثيل بالتيار المزدوج أو ثنائي القطبية (Bipolar) أفضل من الطريقة السابقة، وذلك لتحملها التشويش والتوهين الناتج من طول الأسلاك الكهربائية أكثر من سابقتها.

تمثل العلامة في هذه الطريقة بمرور التيار باتجاه معين لفترة زمنية محددة، وأما الفراغ فيمثل بمرور التيار في الفترة الزمنية نفسها ولكن باتجاه معاكس، كما هو موضح في الشكل (٦–٣). وعلى هذا نجد أنه عند إرسال العلامة فإننا نصل مصدر تغذية موجباً مع الحمل، بينما يعني إرسال الفراغ إيصال الطرف السالب لبطارية أخرى مع الحمل نفسه باستخدام مفتاح تحويل مناسب، كما هو موضح في الشكل (٦–٤). ومن الواضح أنه يمكن تحويل دارة التيار المزدوج إلى دارة تيار مفرد باستخدام مصدر تغذية واحد فقط.



الشكل (٦–٣): التيار المزدوج



الشكل (٦–٤): دارة التيار المزدوج



تمرين

١ – ارسم تشكيلة الحرف (M) باستخدام التيار المفرد.

٢ – ارسم تشكيلة الحرف (R) باستخدام التيار المزدوج.

النشاط ٦ – ١

كوّن الدارة الكهربائية التمثيلية في الشكل (٦–٤).

٢ سرعة التلغراف

تقاس سرعة التلغراف بالبود (نسبة إلى العالم بود) وهو معكوس الفترة الزمنية للنبضة (علامة أو فراغ). أي أن:

البود = $\frac{1}{ن}$ حيث (ن) تمثل الفترة الزمنية للنبضة. فإذا فرضنا أن ن = ٢٠ ميلي ثانية، فإن عدد النبضات التي يمكن إرسالها في الثانية = $\frac{1}{\text{٢٠ ملي ثانية}}$ = ٥٠ نبضة، وبهذا فإن سرعة المبرقة في هذه الحالة تساوي (٥٠) بوداً.

وفي أحيان أخرى تقاس سرعة التلغراف بعدد الأحرف أو الأرقام التي يمكن إرسالها في الثانية (Characters Per Seconds: CPS) أو عدد الكلمات التي يمكن إرسالها في الدقيقة (Words Per Minute: WPM).

ولعل من البديهي أن نقول: إن سرعة الإرسال للنبضات يجب أن تكون متساوية تماماً لسرعة استقبالها، وأن أي اختلاف في السرعة بين الإرسال والاستقبال سيؤدي إلى طباعة حروف وأرقام في جهة الاستقبال مخالفة لتلك التي أرسلت من جهة الإرسال. وبالإضافة إلى ذلك فإن بداية إرسال النبضات في جهة الإرسال يجب أن تكون هي البداية نفسها لاستقبال النبضات في جهة الاستقبال حتى لو كانت السرعة متساوية تماماً. وهذا يقودنا إلى السؤال الآتي: **كيف يتم التوافق بين بداية الإرسال وسرعته في كل من جهتي الإرسال والاستقبال؟** لقد تم تطوير طريقة جديدة لتحقيق التوافق بين الإرسال والاستقبال تسمى طريقة «استعداد – توقف» (Start - Stop).

تكون المبرقة في حالة السكون متوقفة؛ أي في حالة إرسال علامة دائمة، ولذلك ترسل المبرقة نبضة استعداد (فراغ) قبل إرسال أي تشكيلة للحروف أو الأرقام تجعل المستقبل في المبرقة في الطرف الآخر يتهيأ للبدء بترجمة النبضات. كما أن إرسال نبضة التوقف (علامة) بعد كل تشكيلة فترتها الزمنية (٥ , ١) مرة مدة النبضة تجعل المرسل والمستقبل يعودان لحالة السكون التام، وبهذا، يمكن تلافي أي اختلاف في سرعة المرسل والمستقبل؛ أي أن المبرقة ترسل كل حرف مثلاً، وتتوقف قبل إرسال الحرف الذي يليه. وعلى سبيل المثال إذا كانت السرعة = ٥٠ بوداً، فإن زمن النبضة = (٢٠) ميلي ثانية. وبهذا يكون الزمن اللازم لإرسال الحرف مساوياً زمن إرسال نبضة الاستعداد ثم نبضات التشكيلة ثم نبضة التوقف؛ أي أن زمن إرسال الحرف:

(٢٠) + (٥×٢٠) + (٥ , ١×٢٠) = ١٥٠ ميلي ثانية.

عدد الأحرف المرسلة في الثانية = $\frac{\text{١٠٠٠ ملي ثانية}}{\text{١٥٠ ميلي ثانية}}$ = ($\frac{١٠٠}{١٥}$) حرف / ثانية

عدد الأحرف المرسلة في الدقيقة = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{١٥}$ = (٤٠٠) حرف / دقيقة.

فإذا كان معدل الكلمة يساوي (٦) أحرف، فإن عدد الكلمات في الدقيقة = $\frac{٤٠٠}{٦}$ = ٦٦ كلمة تقريباً، وهذه السرعة كانت في البداية أعلى من سرعة أي شخص يطبع على الآلة الكاتبة.

تمرين

احسب الزمن اللازم لإرسال حرف بسرعة (٧٥) بودا.

ثانياً المبرقة

تتكون المبرقة في أبسط أشكالها (الميكانيكية) من وحدة المرسل ووحدة المستقبل ووحدة مصدر التغذية، كما هو موضح في الشكل (٦–٥).

وحدة المرسل
وحدة المستقبل
وحدة مصدر التغذية

الشكل (٦–٥): المخطط الصندوقي للمبرقة

١ وحدة المرسل

إن الوظيفة الرئيسة لوحدة المرسل هي تكوين الإشارات الكهربائية المناسبة لكل حرف أو رقم يتم إرساله، ولذلك فإنه يغلق الملامس ويفتحه حسب التشكيلة المناسبة لكل حرف.

يتكون المرسل من لوحة المفاتيح (Keyboard) أو الكبسات، التي يكتب عليها الأحرف والأرقام والإشارات الأخرى. إن الضغط على أي مفتاح يؤدي إلى فتح الملامس أو غلقه؛ بحيث يتقطع التيار الخارج من المرسل حسب التشكيلة المناسبة.

٢ وحدة المستقبل

يترجم المستقبل النبضات التي تصله بوساطة الأسلاك الكهربائية، بحيث يؤدي ذلك إلى طباعة شكل الحرف على الورق باستخدام شريط التحبير. فمثلاً لو كان لدينا ذراع مثبت على رأسه شكل حرف معين، وضغطنا هذا الذراع على شريط تحبير أمامه ورقة، فينطبع على الورقة شكل الحرف تماماً. وعلى ذلك يمكن تصور وحدة المستقبل بأنها مكونة من رأس الطباعة المكون من عدد من الأذرع تحمل أشكال الحروف والأرقام، وخمسة مغانط تستقبل النبضات الكهربائية وتتحكم بالأذرع التي ستضرب على الورق عبر شريط التحبير. وبالإضافة إلى ذلك فإن وحدة المستقبل تحتوي على محرك كهربائي لتحريك الورق من سطر لآخر، وكذلك يحرك رأس الطباعة مسافة أفقية معينة بعد طباعة كل حرف، أو تحريك رأس الطباعة مسافة أفقية معينة أكبر إذا ضغطنا على مفتاح خاص يسمى مفتاح الحيّز بين الكلمات (Space Bar) وذلك لفصل الكلمات عن بعضها، وأخيراً هناك محرك آخر ليحرك شريط التحبير، بحيث يمكن الطباعة على الشريط كله.

٣ وحدة مصدر التغذية

وهي المسؤولة عن تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر يستخدم في وحدة المرسل، ويزود المحركات بالفولطية اللازمة لعملها.

النشاط ٦ - ٢

تفحص مبرقة (ميكانيكية) وتعرف الأجزاء الرئيسة فيها.



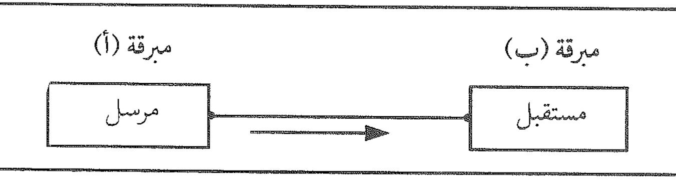
ثالثاً دارات التلغراف

كيف تصنف طرق ربط المبرقات مع بعضها؟

لما كان إرسال برقية من مكان لآخر يتطلب وجود مبرقتين في المكانين، فإن تصنيف ربط المبرقات يعتمد على طريقة وصل المرسل والمستقبل في كل جهة، ولذلك توجد التصنيفات الآتية:

١ دارات بسيطة (Simplex)

وظيفتها ربط المبرقات، بحيث تسمح للإرسال باتجاه واحد فقط، ولذلك تتكون الأجهزة المستخدمة من مرسل أو مستقبل وليس الإثنين معاً، ويوضح الشكل (٦-٦) طريقة ربط الدارات البسيطة.

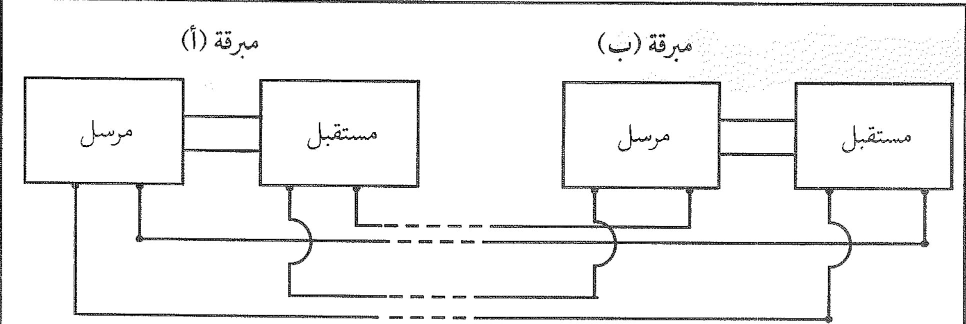


الشكل (٦-٦): الدارات البسيطة

تستخدم هذه الطريقة لاستقبال بث وكالات الأنباء، أو نشرات الأرصاد الجوية وغيرها.

٢ دارات نصف مزدوجة (Half Duplex)

تعطي الدارات نصف المزدوجة مرونة أكثر من الطريقة السابقة، ولا سيما إذا توافرت في المبرقة وحدة لتخزين البرقية قبل إرسالها (مثلاً وحدة شريط تخريم أو ذاكرة) وبذلك يمكن طباعة البرقية وتصحيحها قبل إرسالها. إلا أنه لا يمكن إلا لشخص واحد أن يرسل أو يستقبل في الوقت نفسه.



الشكل (٦-٧): دارة نصف مزدوجة

يوضح الشكل (٦-٧) الدارات نصف المزدوجة. وكما يتضح من الشكل فإن المرسل والمستقبل في المبرقة نفسها يوصلان على التوازي. وكذلك فإن المرسل (أ) يتصل مع المستقبل (ب) والمرسل (ب) يتصل مع المستقبل (أ). وبذلك فإنه إذا أرسل (أ) أي برقية، فإنها تصل إلى المستقبل (ب)، وفي الوقت نفسه تطبع في المستقبل (أ) مما يوفر نسخة عن تلك البرقية يمكن الرجوع إليها عند الحاجة.

٣ دارات مزدوجة (Full Duplex)

تستطيع الدارات المزدوجة الإرسال إلى الطرف الآخر والاستقبال في الوقت نفسه، ولكنها تحتاج إلى عدد أكبر من المبرقات. ويوضح الشكل (٦-٨) الدارات المزدوجة. وكما هو واضح من الشكل، فإن

الشكل (٦-٨): الدارات المزدوجة

المرسل والمستقبل في المبرقة (أ،ب) يتصلان على التوازي، وبذلك يمكن الحصول على نسخة من البرقية التي ترسلها أي من المبرقات.

أما المرسل (أ) فيتصل مباشرة مع مبرقة منفصلة مستقبلة فقط في طرف (ب)، أي لا تحتوي على وحدة إرسال وكذلك المرسل (ب). وبهذه الطريقة يمكن لأي جهة الإرسال والاستقبال في الوقت نفسه.

النشاط ٦ – ٣

كوّن دارة تلغراف بسيطة.

رابعاً نظام التلكس (Telex)

ماذا يعني التلكس؟ كيف يمكن إرسال برقية تلكس إلى مشترك آخر؟

إن كلمة التلكس تعني مقسم البرقيات (Telegram Exchange) ولكنها تطلق أيضاً على البرقية التي تصل عبر مقسم التلكس من مبرقة مرتبطة بذلك المقسم إلى مبرقة أخرى مرتبطة بالمقسم نفسه أو بمقسم آخر. ومما يجدر ذكره أن مقسم التلكس يشبه مقسم الهاتف.

لقد تطورت الاتصالات البرقية، وأصبح لها شبكة خاصة ومشتركون كما في خدمة الهاتف. كما زودت المبرقة بوحدة ترقيم وربطت بخطوط خاصة بمقسم التلكس، مما وفر إمكانية الاتصال بين المشتركين في جميع أرجاء العالم.

ولكن ما التطورات التي حدثت على جهاز التلكس؟

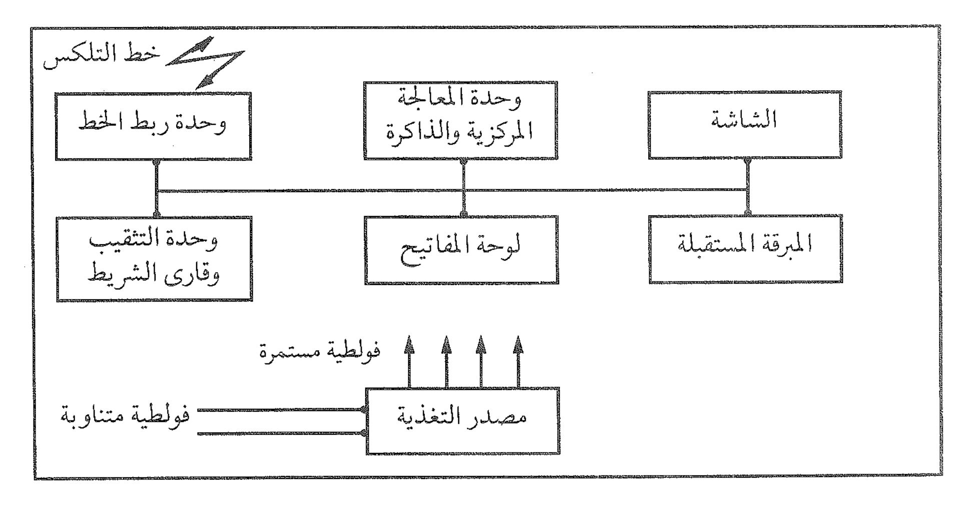
كان جهاز التلكس في البداية كهرميكانيكياً في كافة وحداته، ومع تطور استخدام الحاسوب في مجال الاتصالات أُنتجت أجهزة تلكس إلكترونية يتحكم الحاسوب فيها عن طريق البرامج المخزونة في ذاكرته بالإجراءات المتعلقة بإرسال أو استقبال برقية تلكس، وبالتالي فقد وفرت هذه التقنية ميزات كثيرة أصبحت تتمتع بها أجهزة التلكس، لعل من أهمها استخدام الذاكرة لتخزين البرقيات، واستخدام الشاشة لإظهار البرقيات بدلاً من استخدام الورق، وكذلك فإن اختصار الترقيم عن طريق تخزين أرقام المشتركين قد سهل كثيراً استخدام هذا الجهاز، ويوضح الشكل (٦–٩) تلكساً حديثاً.

ولدراسة مبدأ عمل جهاز التلكس فسنستخدم المخطط الصندوقي الموضح في الشكل (٦–١٠) الذي يتكون من الوحدات الرئيسة الآتية:

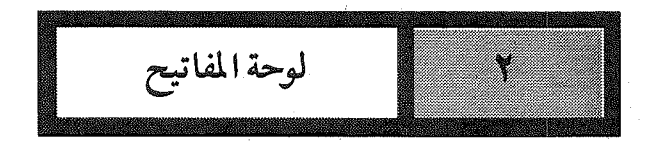
١ وحدة المعالجة المركزية

تتفحص وحدة المعالجة المركزية المعلومات التي تصلها، ثم تصدر أوامرها إلى الوحدات الأخرى تبعاً للبرنامج المخزون في الذاكرة، وبالإضافة إلى ذلك فإن البرقيات أو الرسائل المرسلة والمستقبلة تخزن في الذاكرة الدائمة حتى يتم الرجوع إليها عند الحاجة.

الشكل (٦-٩): جهاز تلكس حديث

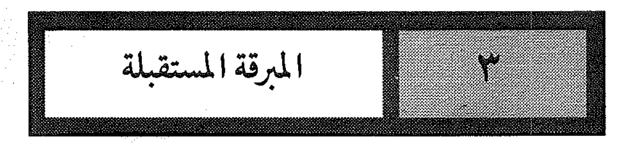


الشكل (٦-١٠): المخطط الصندوقي لجهاز التلكس



٢ لوحة المفاتيح

إن الضغط على أي مفتاح يجعل لـوحة المفـاتيح ترسل التشكيلـة الكاملة لـذلك المفتاح بنظـام الشيفرة الأميركيـة لتبادل المعلومات (ASCII)، وهو تمثيل للأرقام والحروف، مكون من سبع نبضـات بدلاً من خمس نبضات. إن أهم ميزة لهذا النظام هو إيجاد ($٢^{٧} = ١٢٨$) تشكيلة مختلفة، مما يمكن من إرسال حروف كبيرة وحروف صغيرة، وأشكال ورسوم مختلفة، وسيتم شرح هذا التمثيل بالتفصيل لاحقاً.



٣ المبرقة المستقبلة

تقوم هذه الوحدة بما يأتي:

أ - تحريك رأس الطباعة إلى الأمام والخلف أمام الورق المخصص للطباعة.

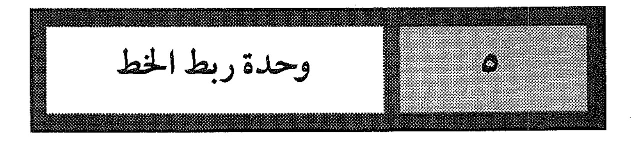
ب- الضغط على الرؤوس التي تضرب شريط التحبير لتكوين نقط مختلفة، يتشكل منهـا أي حرف بناء على الأوامر التي تصلها من وحـدة المعـالجة المركـزيـة. ومما يجدر ذكره أن أي حرف أو رقم يمكن رسمه بمجموعة من النقط المصفوفة المكونة من (٥×٧) نقطة، وأن جعل بعض الرؤوس تضرب شريط التحبير دون غيرها يُمكّن من رسم أشكال الحروف والأرقام كافة.

ج- تحريك الورق إلى أعلى وأسفل، وتحريك شريط التحبير باستمرار.



٤ الشاشة

وهي لا تختلف كثيراً عن شاشـة التلفاز، وتظهـر الحروف أو الأرقام التي تدخل عن طـريق الضغط على لوحـة المفاتيح أو البرقيات المخزونة في الذاكرة، وباستخدام الشاشة فإن عملية تصحيح الأخطاء في أثناء الطباعة تكون سهلة.



٥ وحدة ربط الخط

تعمل هذه الـوحدة كدارة مقابلـة بين خط التلكس ووحدة المعالجة المركـزية، فهي تحول فولطية خط التلكس العـالية في أثناء الاستقبال إلى الفولطية المناسبـة لعمل وحدة المعالجة المركزية، كما تحول فولطية وحدة المعالجة المركـزية إلى فولطية عالية في أثناء الإرسال. وبالإضـافة إلى ذلك فإنها تحول نظام الشيفرة (ASCII) إلى نظام الوحدات الخمس وبـالعكس. ومما يجب ذكره أن نظام التلكس يعمل بنظام الوحدات الخمس.

٦ وحدة التثقيب وقارىء الشريط الورقي

أصبح استعمال هذه الوحدة قليلاً في الوقت الحاضر، بسبب استخدام الذاكرة في جهاز التلكس، ولكنها كانت في الماضي الوسيلة الوحيدة لتخزين البرقيات بطريقة تمكن من إرسالها مرة ثانية.

إن وحدة تثقيب الشريط كانت تحدث خمسة ثقوب بعدد نبضات النظام الثنائي (في الشريط الورقي) وبذلك كانت تمثّل التشكيلة المعنية بتشكيلة من الثقوب أو اللاثقوب في شريط التخريم المناسب.

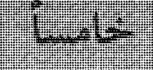
أما وحدة قارىء الشريط الورقي فكانت تترجم الثقوب واللاثقوب إلى إشارات كهربائية تناسب التشكيلة المعنية.

٧ وحدة مصدر التغذية

تستخدم هذه الوحدة لإنتاج الفولطية والتيار المناسبين لعمل وحدات جهاز التلكس المختلفة، حيث يتطلب عمل بعض الوحدات فولطية وتياراً خاصين.

النشاط ٦ – ٤

أرسل برقية تلكس إلى مشترك آخر.



خامساً الناسوخ

هل فكرت في وسيلة لنقل الرسائل أسرع من البريد العادي؟.

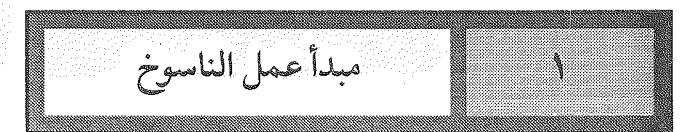
كيف يمكن استخدام شبكات الهاتف العادي لنقل الرسائل بالإضافة للمكالمات الهاتفية؟.

إن الناسوخ هو وسيلة اتصال لنقل الصور والوثائق، حيث يتم تحويل الرسالة المراد إرسالها إلى إشارة كهربائية صالحة للنقل عبر شبكة الهاتف، ترسل إلى الطرف المقابل الذي بدوره يستقبلها ويحولها إلى صورة طبق الأصل عن الرسالة المرسلة، ويبين الشكل (٦-١١) أحد أنواع النواسيخ الشائعة الاستعمال.

للناسوخ استخدامات عديدة نذكر منها ما يأتي :

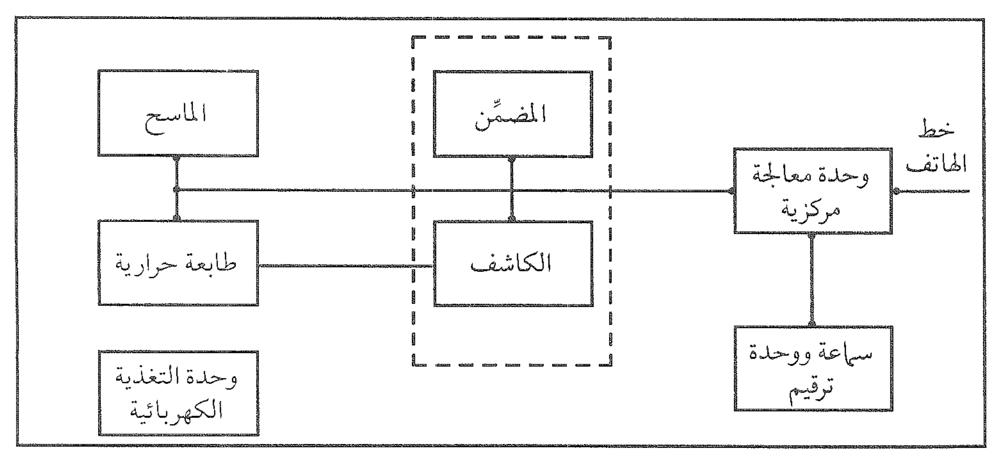
- التحققق من تواقيع الزبائن لغايات المعاملات البنكية.
- إرسال بصمات الأصابع لغايات تحقيق الأمن والقانون.
- إرسال الفواتير والمطالبات المالية.
- إرسال الجرائد والمجلات.
- إرسال ونقل الرسوم العاجلة، ونقل المخططات الهندسية.
- إرسال الرسائل والمعلومات والوثائق المتنوعة ، وكذلك إرسال الصور والرسوم المختلفة.

الشكل (٦-١١): جهاز الناسوخ



١ مبدأ عمل الناسوخ

يتكون الناسوخ من الوحدات الأساسية اللازمة لتحويل الصورة إلى إشارة كهربائية مناسبة لتضمينها وإرسالها عبر خط الهاتف. وكذلك يتكون من الوحدة التي تستقبل الإشارة الكهربائية، وتكشفها ثم تحولها إلى صورة. وقد تحتوي بعض الأجهزة على وحدة ترقيم (Keypad) وسماعة، وبذلك يمكن الاستغناء عن جهاز الهاتف. إن الاتصال بمشترك بحوزته جهاز ناسوخ يتم بطريقة مشابهة لإجراء مكالمة هاتفية، ويمكن لجهاز الناسوخ في الطرف الآخر أن يرتبط بصورة آلية على خط الهاتف بعد سماع نغمة البدء (Start Tone) التي يرسلها جهاز الناسوخ الأول، أو أن



الشكل (٦-١٢): المخطط الصندوقي للناسوخ

يضغط الشخص على كبسة معينة بعد سماع إشارة البدء، وبذلك يكون قد ربط جهاز الناسوخ يدوياً (Manual) .

يبين الشكل (٦-١٢) المخطط الصندوقي لجهاز الناسوخ، وسنشرح باختصار الوظائف الأساسية لوحدات الناسوخ، وهي:

أ- الماسح (Scanner)

يقوم الماسح بتحويل الصورة إلى إشارات كهربائية . ويستخدم مبدأ عمل الثنائي الضوئي الذي درسته سابقاً لتحويل الضوء الساقط على الثنائي إلى تيار كهربائي يتناسب مع شدة الضوء الساقط.

الشكل (٦-١٣): الماسح

تضاء الوثيقة بمصدر ضوء داخلي فيحول الثنائي الضوئي الموجود فوق الوثيقة الضوء المنعكس عنها إلى تيار كهربائي. فإذا حركنا الثنائي بسرعة منتظمة أمام الوثيقة نكون قد حصلنا على إشارات كهربائية تتناسب مع شدة الضوء المنعكس، أي تتناسب مع اللونين الأسود والأبيض في الوثيقة. وكذلك إذا أعدنا الثنائي إلى مكانه الأول، ثم حركنا الوثيقة إلى الأمام مسافة صغيرة، وتحرك الثنائي بالسرعة السابقة نفسها نكون قد مسحنا سطراً جديداً، وهكذا يتحرك الثنائي والوثيقة حتى يكتمل مسح الوثيقة كاملة، كما في الشكل(٦-١٣).

أما الطرق الحديثة في المسح، فتعتمد على وجود دارة متكاملة تحتوي على ثنائيات ضوئية وترانزستورات تأثير مجال يكون عددها وترتيبها كافياً لمسح سطر واحد، وتسمى طريقة المسح هذه مسح الشحنات (Charge Coupled Devices : CCD) ، وفي هذه الحالة نحتاج فقط إلى تحريك الوثيقة إلى الأمام سطراً بعد الانتهاء من قراءة حالات الثنائيات جميعها، وهكذا حتى يكتمل مسح الوثيقة بكاملها.

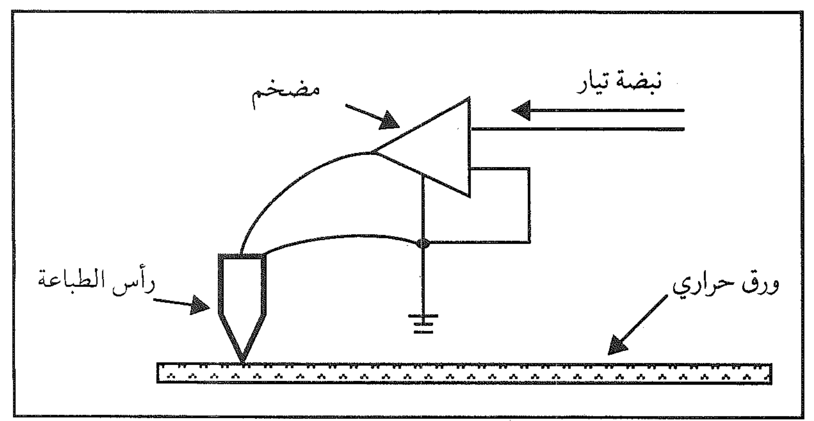
ومما يجدر ذكره أن التيار الخارج من الثنائي يتم تحديده بمستويين، أحدهما للون الأسود والآخر للون الأبيض، أي أن الإشارات الكهربائية تمثل صورة باللونين الأسود والأبيض، وهنا تسأل : **ما سرعة تحريك الوثيقة ؟** إن سرعة تحريك الوثيقة هي مسح أربعة خطوط في الميلميتر الواحد. أما حجم الوثيقة المراد إرسالها فيكون عادة (A4) بقياس (٢١٠x٢٩٧مم).

ب- الطابعة الحرارية (Thermal Printer)

تتكون الطابعة الحرارية من رأس الطباعة الحراري الذي طوله يساوي عرض الورقة، المكون من عدد كبير من المقاومات الحرارية الصغيرة جداً التي تكون على شكل نقطة. فإذا مرت نبضة كهربائية في تلك المقاومة فإنها تسخن. أما الورق المستخدم في تكوين صور الوثائق في جهاز الناسوخ فهو من الورق الحراري (Thermal Paper) بمعنى أنه إذا تعرض

للحرارة يتغير لونه إلى اللون الأسـود. فإذا كان هذا الورق ملامساً لرأس الطباعـة الحراري، ثم مر تيار لحظي (أي نبضة) في إحدى المقاومات في رأس الطباعة، ونتيجة للحرارة فإن نقطة الورق الملامسة لتلك المقاومة تصبح سوداء كما هو موضح في الشكل (٦-١٤).

في حـالة الاستقبـال في جهـاز الناسـوخ، فإن إشـارات الصورة (التي هي على شكل نبضـات) تصل لـرأس الطباعـة الحراري عن طريق الأوامـر التي تصدرهـا وحدة المعالجة المركـزية، وبـالتالي تظهر نقط سـوداء على طول خط تـلامس لفة الـورق الحراري مع رأس الطبـاعـة؛ أي أننـا رسمنا سطـراً ثم عندما يـدور المحرك الحامل للورق مسـافة تعادل سطـراً، وتصل نبضات جديدة للصورة نـرسم سطراً آخر... وهكذا، حتى يكتمل استقبـال إشـارات الصـورة الأصليـة، فيظهـر خط متقطع على الـورق إشعـاراً بأن الاستـلام قـد اكتمل، وأننـا نستطيع قص الورق عند ذلك الخط المنقط.



الشكل (٦-١٤): رأس الطباعة الحراري

ومما يجدر ذكـره أننـا نستطيع أن نستخـدم جهاز الناسـوخ كآلة تصويـر، وذلك بوضع الوثيقة المراد إرسـالها داخل الجهاز، ثم تشغيله بكبسة معينـة تمنع خروج الإشارات إلى المضمّن، بينما تمررها مباشرة إلى الطابعة وبذلك نحصل على صورة (Local Copy).

ج- وحدة المعالجة المركزية

تتحكم هذه بجميع مـراحل عمل الناسـوخ، كعمليات المسح وتحويل الإشـارة إلى نبضات، وتضمينهـا وإرسالها عبر خط الهاتف، وكـذلك استقبال الإشـارات الـواردة وتحويلها إلى إشـارات مناسبـة للطبـاعة، وكـذلك تتحكم بالعمليـات الميكانيكية كافة من تشغيل المحركات وغيره.

وبالإضـافة لذلك تطبع هـذه الوحدة تقـارير عن الـرسائل التي أرسلت أو استلمت، وعما إذا حدثت أخطـاء في أثناء عملية الإرسال.

د- وحدة المضمّن/ الكاشف

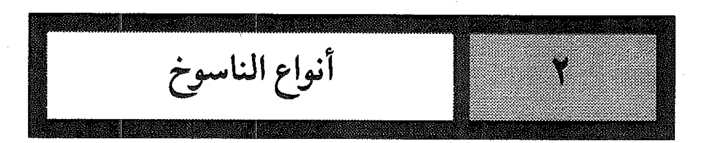
إن الإشارة الخارجـة من وحدة الماسح غير مـلائمة للإرسـال عبر الشبكة الهاتفيـة، وتعمل وحدة المضمّن على تضمين هذه الإشارة على إشارة حاملـة مناسبة للإرسال عبر الشبكة الهاتفية باستخـدام إحدى طرق تضمين الاتساع أو التردد التي درستها سابقاً، أو باستخدام طريقة التضمين النبضي.

أما في حالـة الاستقبال، فإن وحدة الكاشف تعمل على فصل الإشـارة المحمولة عن الحاملة، وعن طـريق الأوامر التي تصدر من وحدة المعالجة المركزية، فإن الإشارة المحمولة (المشـابهة للإشارة الأصلية) تصل إلى وحدة الطابعة الحرارية التي تحولها إلى صورة تطبع على الورق الحراري.

ومما يجب ذكـره أنه في حالة التضمين النبضي الـرقمي فإن سرعة إرسال إشارة النـاسوخ التي تعتمد على حالـة الخطوط الهاتفية المستخدمة تكون إحدى السرعات (٢٤٠٠ ,٤٨٠٠، ٧٢٠٠، ٩٦٠٠) نبضة / ثانية.

هـ- وحدة مصدر التغذية الكهربائية

تؤمن هـذه الوحدة التغـذية الكهـربائية الـلازمة لمختلف الدارات الكهـربائية في النـاسوخ، وذلك بتحـويل التيار الكهربـائي المتناوب إلى تيـار مستمر واستعمال دارات المنظمات (Regulators) للحصول على فـرق جهد مستمـر وثابت تقريباً لا سيما للمحركات، ووحدات الإضاءة للورق الحراري.



٢ أنواع الناسوخ

كيف تصنف أجهزة الناسوخ؟

يمكن تصنيف أجهزة الناسـوخ تبعاً لسرعة الإرسال، إلا أن الاتحاد الـدولي للاتصالات قد وضع تصنيفاً لأجهـزة الناسوخ تبعاً لمواصفات الأجهزة التي تعمل على خطوط المشتركين، ومن هذه التصنيفات:

أ - المجموعة الأولى (G1)

تـرسل هـذه المجموعـة الـوثـائق بحجم (A4) في ست دقـائق، وتستخدم التضمين الاتسـاعي أو الترددي. وتعـد مواصفات هذه المجموعة من أقدم المواصفات في مجال أجهزة الناسوخ.

ب - المجموعة الثانية (G2)

ترسل هذه المجموعة الوثائق بحجم (A4) في ثلاث دقائق، وتستخدم التضمين الاتساعي.

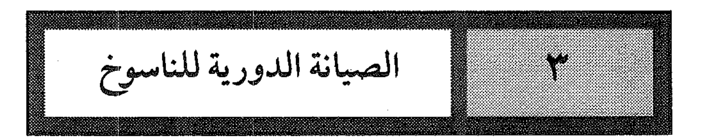
ج - المجموعة الثالثة (G3)

هذه المجموعة تـرسل الوثائق بحجم (A4) في دقيقة واحدة تقريباً، وتستخـدم التضمين الرقمي، وترسل بالسرعات التي ذكرت سابقاً.

ولا بـد أن نذكـر أن أجهـزة الناسـوخ تشتمل على الإمكـانـات الفنية، بحيث تتمكن مـن العمل على المجموعـات السابقـة، فمثلاً الجهـاز ضمن المجمـوعة (G3) يمكنه العمـل مع جهاز ضمن المجمـوعة (G2 أو G1) وبذلك يمكن للأجهزة التعامل مع بعضها بغض النظر عن الشركات الصانعـة لها. وكذلك تختار الأجهزة سرعة الإرسال المناسبة لطبيعة وكفاءة خط الهاتف المستخدم.

د - المجموعة الرابعة (G4)

ما زالت مـواصفات هـذه المجموعة تحت التطـوير والـدراسة، وهي مخصصة أسـاساً للعمل على شبكـات تراسل البيانات.



٣ الصيانة الدورية للناسوخ

تقسم أعمال الصيانة الدورية لجهاز الناسوخ إلى عمليات المعاينة والتنظيف، وتعتمد أعمال الصيانة الدورية على الميزات المتوافرة في الجهاز التي يمكن لفني الصيانـة الاعتماد عليها مثل : إجراء إختبار الفحص الذاتي (Self Test) الذي يُجرى تلقائياً

عند تشغيل الجهاز، ويعطي إنذاراً في حالة حدوث تعطل ما. ومن أهم أعمال الصيانة الدورية ما يأتي :

أ - **معاينة الجهاز**، وتشمل:

- فحص الصورة المستقبلة، والتأكد من وضوح الحروف، وكذلك عمل نسخة عن الوثيقة المراد إرسالها للتأكد من صلاحية الجهاز.
- التأكد من سلامة المصابيح والأجراس الموجودة في الجهاز.
- التأكد من سلامة الترقيم وخط الاتصال و إرسال الوثائق واستقبالها.

ب - **التنظيف**، ويشمل :

- تنظيف الأجزاء الميكانيكية بشكل جيد من الأوساخ والغبار.
- تنظيف مصباح الإنارة.
- تنظيف رأس الطباعة بحذر شديد.
- تنظيف مقص الورق من مخلفات القص إن وجدت.

النشاط ٦ - ٥

زر أحد المعارض المتخصصة في أجهزة الناسوخ، واطلع على الأنواع المختلفة منها.

سادساً شبكات نقل البيانات

لماذا نحتاج إلى وسائل لنقل البيانات؟ ما تلك الوسائل ؟.

لقد شهد حقل تكنولوجيا الحواسيب والمعلومات تطوراً كبيراً، فتح المجال أمام مستخدمي أجهزة الحاسوب لتخزين ومعالجة ونقل تطبيقات (برامج) فنية وإدارية ومالية وغيرها. وكان أيضاً للتوسع في استخدام أجهزة الحاسوب وتغطيتها مناطق جغرافية واسعة أثر في ازدياد حاجة مستخدمي تلك الأجهزة لتبادل المعلومات فيما بينهم، سواءً أكان ذلك على مستوى الهيئة الواحدة، أم على مستوى البلد الواحد، أم على مستوى تبادل المعلومات بين البلدان.

إن شبكة نقل البيانات هي التي تعمل على نقل البيانات وتوصيلها بين أجهزة حاسوب مختلفة، بحيث تظهر أجهزة الحاسوب الكبيرة المنتشرة في مناطق جغرافية واسعة أمام المستخدم كجهاز حاسوب واحد، يسمح لهذا المستخدم والمستخدمين الآخرين الاشتراك في تطبيقات برامج الحاسوب وبياناته بشكل متساوٍ.

١ طرق ربط أجهزة الحاسوب

تربط أجهزة الحاسوب وشاشاتها وطابعاتها مع بعضها بطرق عدة أهمها:

أ - الربط بطريقة نقطة إلى نقطة (Point - to - Point)

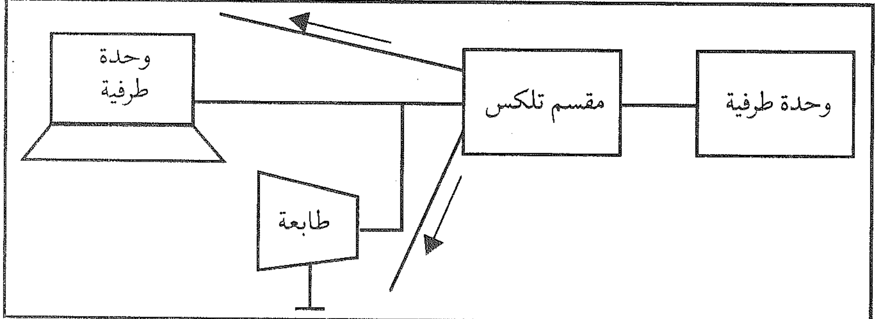
تربط الشاشة أو الطابعة أو جهاز الحاسوب بجهاز حاسوب آخر باستخدام دارة مخصصة أو دارة مستأجرة، كما هو موضح في الشكل (٦-١٥).

أما الدارة المستأجرة فيمكن أن تكون زوجاً من الأسلاك أو قناة ميكرووية. وتتصف طريقة الربط هذه بمحدودية الفعالية، بحيث لا تستطيع شاشة أخرى مشاركة الشاشة (الوحدة الطرفية) المربوطة على الحاسوب.

الشكل (٦-١٥): طريقة ربط نقطة إلى نقطة

ب - طريقة الربط باستخدام مقسم تلكس

تتصف هذه الطريقة بأن لكل شاشة دارة مقسم، ويستطيع مستخدمو الشاشات الاتصال فيما بينهم، والمشاركة في المعلومات المركزية.

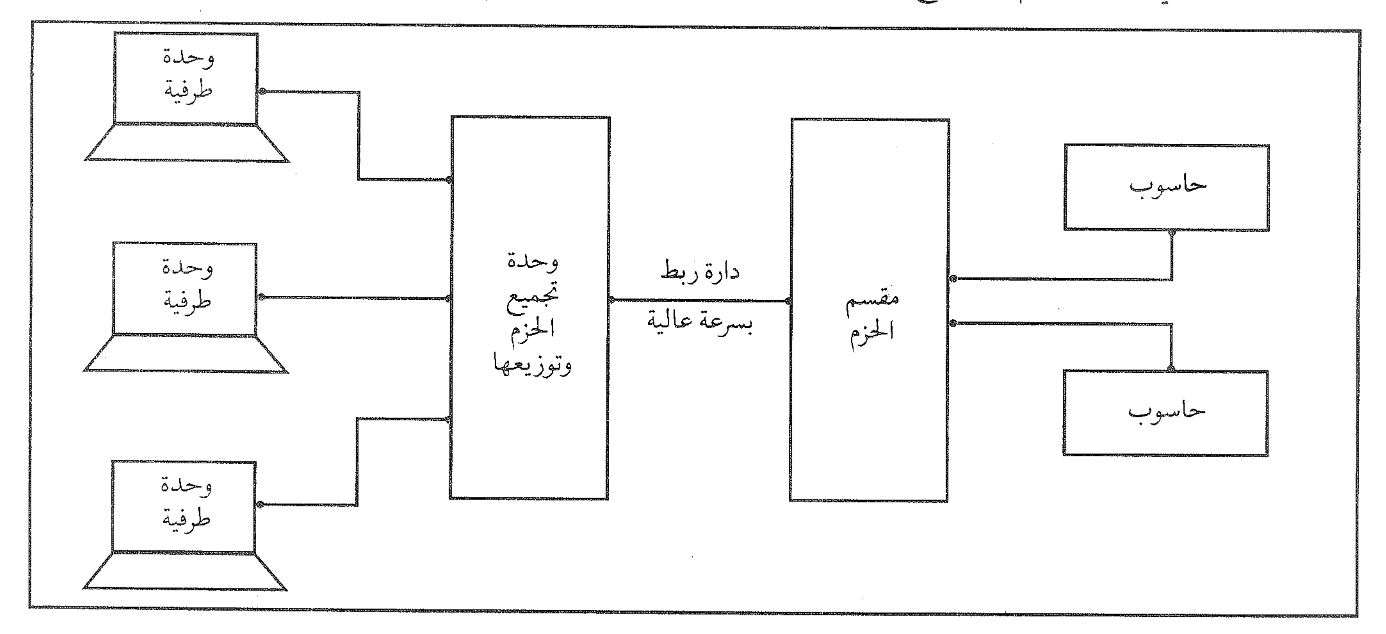


الشكل (٦-١٦): طريقة الربط باستخدام مقسم التلكس

يسمى المقسم المستخدم مقسم التلكس، ويوضح الشكل (٦-١٦) طريقة الربط المذكورة.

ج - طريقة الربط باستخدام مقاسم الحُزم (Packet Switches)

تقسّم طريقة الربط باستخدام مقاسم الحُزم التي ستشرح لاحقاً المعلومات المرسلة من وحدة طرفية معينة إلى حزم عدة، بحيث تحتوي الحزمة الواحدة على عنوان للحاسوب المراد الاتصال به. تجمع الحزم من عدد من الوحدات الطرفية بوساطة وحدة تجميع الحزم وتوزيعها، وترسل إلى مقسم الحزم الذي يرسلها بدوره إلى أجهزة الحاسوب المختلفة بناءً على العناوين التي تحتويها الحزم، ويوضح الشكل(٦-١٧) طريقة الربط باستخدام مقسم الحزم.



الشكل (٦-١٧): طريقة الربط باستخدام مقاسم الحزم

٢ أنواع شبكات نقل البيانات

هل هناك أشكال لشبكات نقل البيانات؟ وهل هناك تصنيفات لتلك الشبكات؟

تصنف الشبكات حسب المنطقة الجغرافية التي تغطيها إلى ما يأتي :

أ - شبكة البيانات المحلية (Local Area Network : LAN)

تستخدم هذه الشبكة لخدمة مجموعة مستخدمي أجهزة حاسوب أو شاشات موجودة داخل مبنى واحد أو مبانٍ عدة قريبة من بعضها كالجامعة الأردنية مثلاً.

ب- شبكة بيانات المناطق المكتظة سكانياً (Metropolitan Area Network : MAN)

تستخدم لنقل البيانات بين أجهزة حاسوب عدة داخل مدينة كبيرة.

ج - شبكة بيانات موسّعة (Wide Area Network :WAN)

هي الشبكة التي تستخدم لربط أجهزة حاسوب في مدن عدة مع بعضها بقصد تبادل البيانات بين تلك المدن.

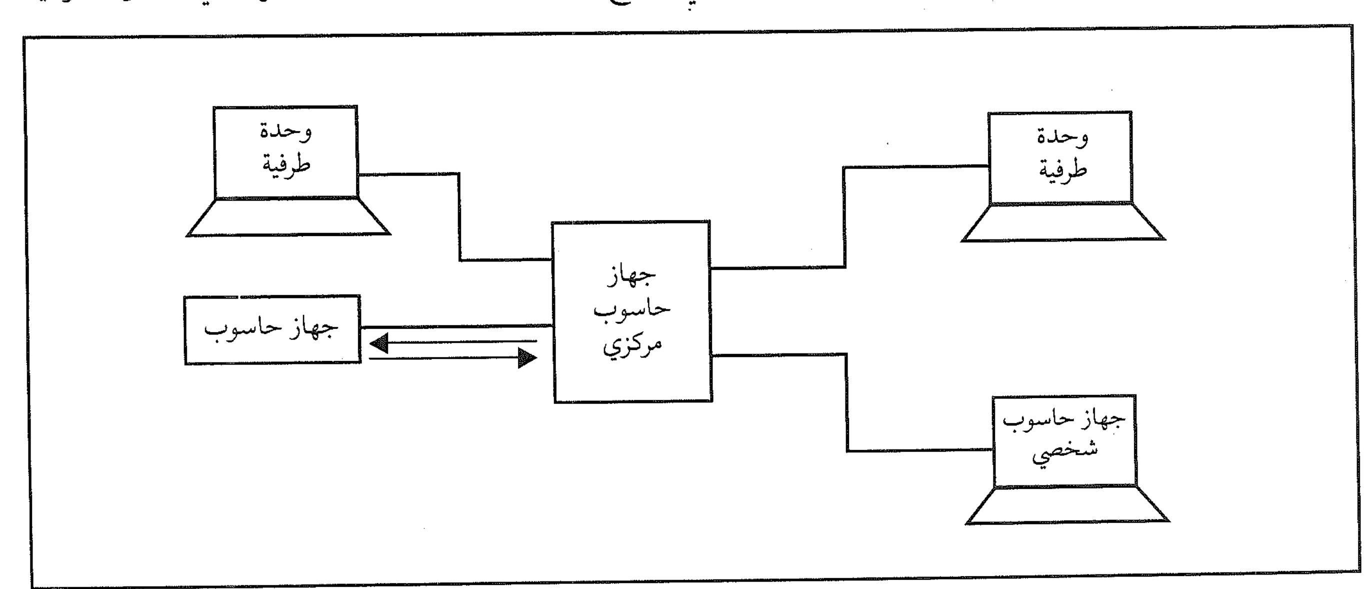
د - شبكة بيانات دولية (Global Area Network : GAN)

تربط هذه الشبكة أجهزة حاسوب عدة في دول معينة.

أما الأشكال التي تبنى بها تلك الشبكات المذكورة أعلاه فهي كما يأتي :

١. الشبكة النجمية (Star Network)

تربط هذه الشبكة شاشات عدة أو أجهزة حاسوب شخصية، كما في الشكل (٦-١٨) بشكل مباشر باستخدام أحد أنواع طرق الربط السابقة مع جهاز حاسوب مركزي. وتمتاز هذه الطريقة بأنه إذا تعطلت إحدى دارات الربط، فإن ذلك لا يؤثر في الدارات الأخرى. أما سيئاتها فهي ارتفاع تكلفتها إذا كانت الشاشات موزعة في مناطق جغرافية

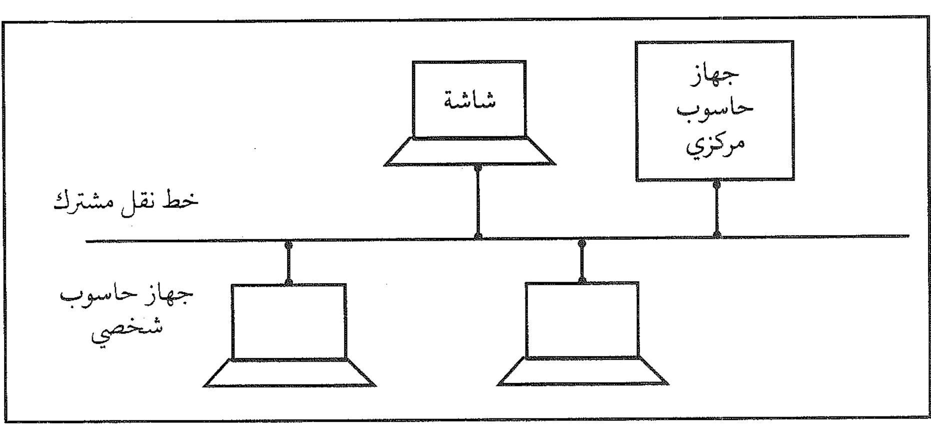


الشكل (٦-١٨): شبكة البيانات النجمية

واسعة، لأن لكل شاشة دارة ربط خاصة بها.

٢. **شبكة خط النقل المشترك (Common Bus Network)**

تستخدم هذه الطريقة خط نقل بيانات مشترك مصمم لهذه الغاية، ويمتاز بالسرعة العالية مثل الكبل المحوري، كما في الشكل (٦-١٩) حيث ترتبط أجهزة الحاسوب أو الشاشات بهذا الخط باستخدام أجهزة ووصلات خاصة وبشكل مباشر. ومما يجدر ذكره أنه بإمكان أجهزة الحاسوب المرتبطة بهذا الخط الاتصال فيما بينهم مباشرة دون الحاجة لجهاز حاسوب مركزي للتنسيق وتأمين الاتصال. ومن عيوب هذه الطريقة أنه في حالة قطع الخط المشترك في نقطة ما، فإن أجهزة الحاسوب أو الشاشات المربوطة على الجزء المقطوع تفقد اتصالها مع جهاز الحاسوب المركزي، كما تفقد أجهزة الحاسوب الاتصال فيما بينها. وبالإضافة إلى ذلك تتصف هذه الطريقة بمحدودية طول خط النقل المشترك المسموح به، بحيث لا يزيد عن (٥ر٢) كم. وتعد هذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً واستخداماً في الشبكات المحلية لا سيما في التطبيقات ذات السرعة التي لا تزيد على (١٠) ميجابت/ الثانية.

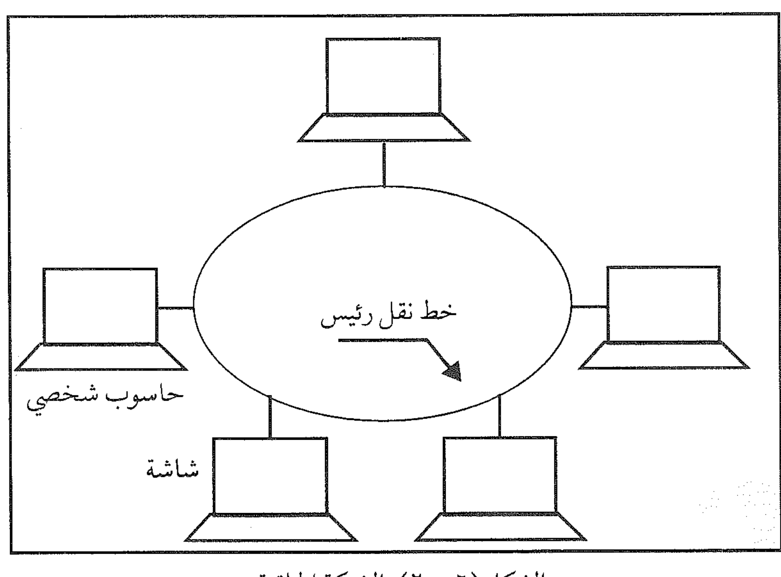


الشكل (٦-١٩): شبكة خط النقل المشترك

٣. **الشبكة الحلقية (Ring Network)**

يتم إنشاء هذه الشبكة بحيث تأخذ شكل حلقة. تستخدم كبلاً محورياً أو كبل ألياف ضوئية، كخط نقل رئيس ترتبط به مجموعة من الشاشات، أو أجهزة الحاسوب الشخصية، كما هو موضح في الشكل (٦-٢٠).

تمتاز هذه الشبكة بمقدرتها على تغطية مساحة واسعة أكبر من المساحة التي تغطيها الأشكال الأخرى من الشبكات، وتوفير سرعة إرسال أكبر تصل إلى (١٠٠) ميجابت/ الثانية.



الشكل (٦-٢٠): الشبكة الحلقية

٤. **الشبكة الشجرية أو الهيكلية (Tree Network)**

سميت بهذا الاسم لأنها تشبه الشجرة في تركيبها، وهي مكونة من جذع رئيس وفروع، كما هو موضح في الشكل

(٦-٢١). تستخدم هذه الشبكة في إنشاء الشبكات الوطنية الواسعة أو شبكات المدن، ويمكن توسعتها لتغطي مساحات كبيرة لربط أجهزة حاسوب باستخدام أجهزة تركيز (Concentrators) للشاشات (وهي تربط أكثر من شاشة) أو ربط أجهزة حاسوب شخصية أو ربط شبكات محلية.

الشكل (٦-٢١): الشبكة الشجرية

٥. الشبكة غير الهيكلية (Mesh Network)

تستخدم هذه الشبكة في بناء الشبكات المحلية والوطنية والدولية، وتمتاز بتوفيرها أكثر من مسار اتصال بديل في حالة تعطل دارة الربط الأساسية، وذلك كما هو موضح في الشكل (٦-٢٢). ومن عيوب هذه الشبكة تعقيدات الربط واحتياجها إلى بروتوكولات اتصال (طرق تفاهم بين أجهزة الحاسوب) مما يؤدي إلى ارتفاع تكلفتها.

الشكل (٦-٢٢): الشبكة غير الهيكلية

النشاط ٦ - ٦

زر مركز المعلومات الوطني واكتب تقريراً عن شبكة المعلومات المستخدمة لديه.

سابعاً ترميز البيانات (Data Coding)

درست سابقاً أن رموز البيانات هي تمثيل كهربائي للحروف الأبجدية والأرقام والأشكال وغيرها، وتستطيع أجهزة الحاسوب استخدامها لمعالجة العمليات المطلوبة وتبادلها مع أجهزة حاسوب أخرى.

ومن أهم الأنظمة المستخدمة ما يأتي :

تم تطوير هذا النظام في الولايات المتحدة الأميركية، ويستخدم بكثرة في أجهزة الحاسوب الصغيرة والشخصية والشاشات وأجهزة الاتصالات، وفي أجهزة الحاسوب الكبيرة أحياناً.

يتم تمثيل كل حرف أو رقم في هذا النظام بسبع خانات ثنائية (b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7) كما هو موضح في الجدول (٦-٢). ومما يجب ذكره أن النبضة (b_1) ترسل أولاً يليها النبضة (b_2) ... وهكذا حتى النبضة (b_7). ولمعرفة تشكيلة أي حرف مثلاً ، فإننا ننظر إلى قيم ($b_1b_2b_3b_4$) في الخط الأفقي الذي يحتوي على الحرف ثم إلى قيم ($b_5b_6b_7$) في الخط الرأسي الذي يحتوي على ذلك الحرف، وكمثال على ذلك فإن تشكيلة الحرف (A) هي (1000001) . وتضاف نبضة ثامنة إلى هذه النبضات من أجل كشف الأخطاء التي يمكن حدوثها في أثناء إرسال النبضات، تسمى نبضة الفحص (Parity Bit) وترسل قبل إرسال التشكيلة لأي حرف، وأما عند تمثيل التشكيلة فإنها توضع إلى أقصى يسارها.

الجدول (٦-٢): نظام شيفرة (A S C I I)

b_4	b_3	b_2	b_1									
				b_7	0	0	0	0	1	1	1	1
				b_6	0	0	1	1	0	0	1	1
				b_5	0	1	0	1	0	1	0	1
					0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	③	P	③	p
0	0	0	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	STX	DC2	“	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	ETX	DC3	#② £	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	EOT	DC4	¤② $	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	ETB	‘	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF①	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	VT①	ESC	+	;	K	③	k	③
1	1	0	0	12	FF①	IS4	,	<	L	③	l	③
1	1	0	1	13	CR①	IS3	-	=	M	③	m	③
1	1	1	0	14	SO	IS2	.	>	N	③	n	③
1	1	1	1	15	SI	IS1	/	?	O	-	o	DEL

وهناك أسلوبان لتحديد نبضة الفحص هما :

أ - الفحص الفردي (Odd Parity): حث توضع قيمة نبضة الفحص صفراً أو واحداً، ويكون مجموع الواحدات مساوياً رقماً فردياً، وتصبح تشكيلة الحرف (A) مثلاً هي (11000001).

ب- الفحص الزوجي (Even Parity): حيث توضع قيمة نبضة الفحص صفراً أو واحداً، ويكون عدد الوحدات مساوياً رقماً زوجياً وتصبح تشكيلة الحرف (A) مثلاً هي (01000001). ومما يجدر ذكره أنه يجب أن تكون نبضة الفحص في الرقم الذي يتم استقباله متجانسة تماماً مع نبضة الفحص لذلك الرقم الذي تم إرساله، وأن أي اختلاف في نبضة الفحص سيؤدي إلى إعادة إرسال الرقم بصورة آلية. وبهذا نجد أن هذا النظام يقلل من الأخطاء في أثناء الإرسال والاستقبال.

نستطيع القول إن نظام (ASCII) يتكون بشكل عام من (١٢٨) تشكيلة، وقد جرى تعديل هذا النظام لمواجهة الإشارات الجديدة في تراسل البيانات. ويسمى نظام (ASCII) الموسع. ومما يلاحظ من الجدول السابق وجود تشكيلات تستخدم لغايات التحكم وتسمى تشكيلات التحكم (Control Character) فمثلاً الرمز (DEL) يعني الحذف (Delete) .

وقد تتساءل : هل يوجد رموز للغة العربية ؟.

لقد تم أيضاً تطوير نظام (ASCII) ليتعامل مع اللغة العربية، حيث أصبحت التشكيلات في نظام (ASCII) تمثل أشكال وأرقام اللغة العربية، كما هو موضح في الجدول (٦-٣).

وعلى سبيل المثال، فإن تشكيلة الحرف (أ) هي (1100001) .

ومن جهة أخرى توجد رموز أخرى مستخدمة في معالجة البيانات وتراسلها، مثل النظام العشري المرمز ثنائياً (Binary Coded Decimal : BCD). ويستخدم للتعبير عن أرقام النظام العشري (صفر إلى تسعة) ويتشكل كل رقم من أربع خانات من النظام الثنائي، فمثلاً الرقم العشري (٩)، يرمز له بالتشكيلة (1001) ، وهكذا بالنسبة لباقي الأرقام.

كما يوجد رمز آخر يسمى شيفرة النظام العشري المرمّز ثنائياً الموسع (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code : EBCDIC) . وقد صمم هذا النظام الموسع لإعطاء تشكيلات لجميع الأرقام والحروف وغيرها، ويتكون كل حرف من ثماني نبضات ثنائية، وهو شائع الاستعمال في أوروبا، وبخاصة في أجهزة الحاسوب الضخمة.

الجدول (٦-٣): جدول رموز اللغة العربية

				b7		0	0	0	0	1	1	1	1
				b6		0	0	1	1	0	0	1	1
				b5		0	1	0	1	0	1	0	1
b4	b3	b2	b1			0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0		0	NUL	DLE	SP	.	@	ذ	´	ـِـ
0	0	0	1		1	SOH	DC1	!	١	ء	ر	فـ	ـّـ
0	0	1	0		2	STX	DC2	“	٢	آ	ز	قـ	ـ.
0	0	1	1		3	ETX	DC3	#	٣	أ	سـ	كـ	
0	1	0	0		4	EOT	DC4	$	٤	ز	شـ	لـ	
0	1	0	1		5	ENQ	NAK	%	٥	!	صـ	مـ	◁
0	1	1	0		6	ACK	SYN	&	٦	ئ	ضـ	نـ	–
0	1	1	1		7	BEL	ETB	‘	٧	ا	ط	هـ	÷
1	0	0	0		8	BS	CAN	(	٨	بـ	ظ	و	×
1	0	0	1		9	HT	EM	)	٩	ة	عـ	ى	<<
1	0	1	0			LF	SUB	*	:	تـ	غـ	بـ	>>
1	0	1	1			VT	ESC	+	;	ثـ	]	ـًـ	]
1	1	0	0			FF	FS	,	>	جـ	/	ـٌـ	عربي
1	1	0	1			CR	GS	-	=	حـ	[	ـٍـ	]
1	1	1	0			SO	RS	.	<	خـ	∧	ـَـ	لاتيني
1	1	1	1			SI	US	/	?	د	–	ـُـ	DEL

تمرين

اكتب التشكيلات الممثلة لكلمة مدرسة.

ثامناً مقاسم الحزم

ما حزم البيانات؟

تعرف حزمة البيانات بأنها كمية من البيانات أو الرسائل ذات الحجم المعيّن، وتختلف من نظام إلى نظام آخر ووحدتها الحرف (Character) .

تجزأ البيانات أو الرسائل المرسلة من أجهزة الحاسوب أو الوحدات الطرفية المرتبطة بجهاز تجميع وتوزيع الحُزم إلى حزم،

ثم تجمع من الأجهزة المختلفة بوساطة جهاز تجميع الحزم، وترسل بسرعة عالية خلال شبكة البيانات. أما في الجهة المستقبلة فيتم توزيع تلك الحزم إلى الجهات المطلوبة بناءً على العنوان الموجود في كل حزمة، والذي بدوره يحدد الجهة المطلوب إرسال الرسالة إليها. وبذلك نجد أن الجهة المطلوبة تستلم فقط الحزم التي تشكل الرسالة المعنونة لها.

وهذه العملية تشبه عملية إرسال شخص رسالة لشخص آخر، حيث يكتب عنوان الشخص المرسل إليه على مغلف، ويضع الرسالة (كغيره من الأشخاص) في صندوق البريد. يتفحص ساعي البريد جميع الرسائل في صندوق البريد، ويفرزها حسب العنوان المكتوب عليها، وقد تكون أكثر من رسالة موجهة إلى شخص معين، فيجمع ساعي البريد تلك الرسائل لذلك الشخص ويرسلها دفعة واحدة (أي حزمة واحدة). وبذلك نجد أن ساعي البريد يعمل عمل مقسم تراسل البيانات الذي سيتم شرحه لاحقاً.

تستخدم هذه المقاسم بشكل عام لخدمة البنوك والشركات الكبيرة والجامعات وغيرها، ولكن ما المكونات الأساسية لشبكة ومقسم تراسل البيانات؟.

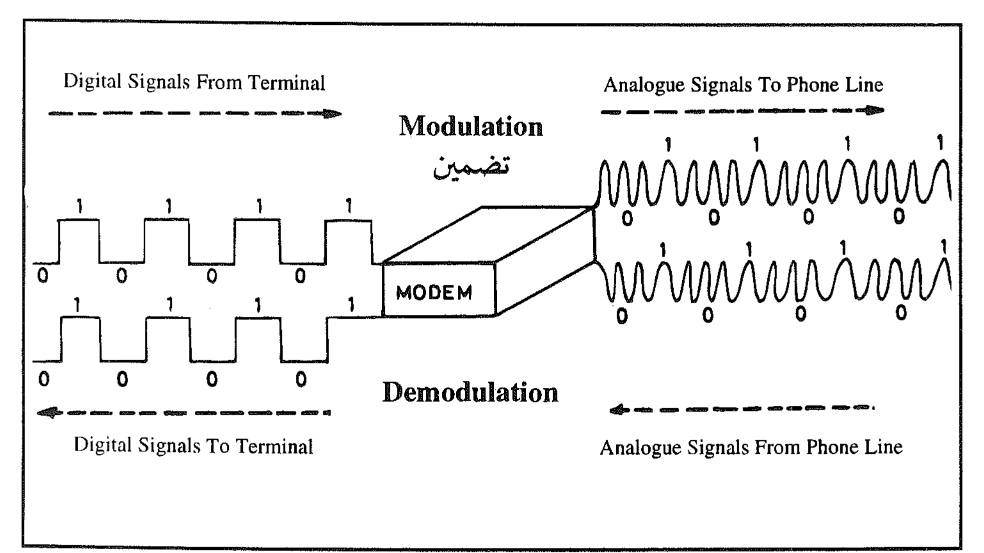
١ الوحدة الطرفية (شاشة الإدخال أو الاستعلام) (Data Terminal Equipment:DTE)

إنها الوحدة التي يستخدمها مستخدم جهاز الحاسوب، وتكون بشكل شاشة مزودة بلوحة مفاتيح، أو جهاز حاسوب شخصي. يرسل مستخدم الشاشة المعلومات ويستقبلها من أجهزة الحاسوب الأخرى.

٢ وحدة الاتصال (موديم) (Data Communications Equipment: DCE)

وهي مضمّن / كاشف (modem) وبشكل عام يحول الموديم الإشارات الرقمية التي يصدرها الحاسوب أو الوحدة الطرفية إلى إشارات تمثيلية قابلة للإرسال مسافات بعيدة، وكذلك يحول الإشارات التمثيلية إلى رقمية وهناك أنواع عدة من الموديم تعمل على سرعات مختلفة مثل : (٣٠٠ ,٦٠٠، ١٢٠٠، ٢٤٠٠، ٤٨٠٠، ٩٦٠٠، ١٤٤٠٠) نبضة / الثانية . تكون دارة الربط بين الموديم والشبكة الهاتفية إما زوجاً أو زوجين من الأسلاك، وفي حالات أخرى يكون هذا الربط لاسلكيا. أما طريقة تبادل المعلومات، فإما أن تكون نصف مزدوجة أو مزدوجة.

وتجدر الإشارة إلى أن أجهزة الموديم تعمل ضمن مواصفات محددة من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات، ويبيّن الشكل (٦-٢٣) الموديم.

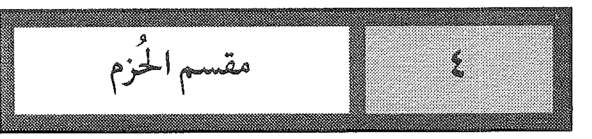


الشكل (٦-٢٣): الموديم

٣ وحدة تجميع حزم البيانات وتوزيعها

هي جهاز يتصل به عدد من الشاشات أو أجهزة الحاسوب الشخصي لتمكينها من تبادل المعلومات مع أجهزة حاسوب أخرى بوساطة مقسم الحزم.

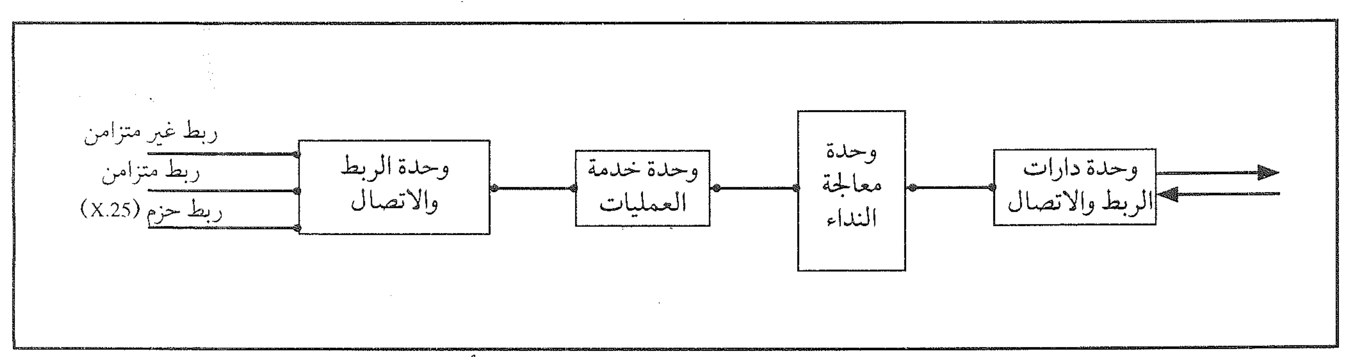
يستقبل هذا الجهاز المعلومات المختلفة من الشاشات، ويحملها ويرسلها في حزمة مرة واحدة. أما مقسم الحزم فيرسلها إلى الجهة المعنية حسب العنوان المذكور كجزء من الرسالة التي أرسلتها وحدة تجميع وتوزيع الحزم. أما في حالة استقبال هذه الوحدة أي رسائل من مقسم الحزم، فإنها توزعها على كل شاشة أو جهاز حاسوب حسب عنوان كل منها.



٤ مقسم الحُزم

ما الوحدات الأساسية التي يتكون منها مقسم الحُزم؟

يتكون مقسم الحُزم بشكل عام من الوحدات المبينة في الشكل (٦-٢٤): عندما تصدر إحدى الشاشات (أو أجهزة الحاسوب الشخصي) المرتبطة بمقسم الحزم حزمة لإرسالها إلى شاشة أو حاسوب شخصي، فإن المقسم يحدد الجهة المطلوبة من قراءته عنوان تلك الجهة في حزمة البيانات، ثم يضيف إلى الحزمة بيانات تحكّم وحماية تساعد على إيصال الحزمة بشكل صحيح إلى الجهة المطلوبة.



الشكل (٦-٢٤): المخطط الصندوقي لمقسم الحُزم

أ - وحدة الربط والاتصال

تمثل وحدة الربط والاتصال وحدة المقابلة لربط المشتركين (شاشات أو حاسوب شخصي) الذين يستخدمون أنواعاً مختلفة من البروتوكولات التي تساعد على تبادل البيانات بصورة صحيحة، مثل الإرسال غير المتزامن للبيانات، كما هو مستخدم في نظام التلكس أو الإرسال المتزامن الذي يتم بموجبه إرسال البيانات بين طرفين أو حاسوبين بطريقة متزامنة، أي أن بداية إرسال البيانات هي تماماً بداية استقبالها في الطرف الآخر. كما يوجد نوع آخر من البروتوكولات يسمى (X.25) حيث يتم تبادل إشارات محددة بين الطرفين بموجبه.

ب- وحدة خدمة العمليات

تتكون وحدة خدمة العمليات من ذاكرة محلية تستخدم لحفظ بيانات المشترك في أثناء الإرسال، ووحدة فرعية لمعالجة إشارات الخط المستخدمة لتتبع حالة شاشة المستخدم، كأن تكون الشاشة مشغولة أو جاهزة للاستقبال أو معطلة، كما

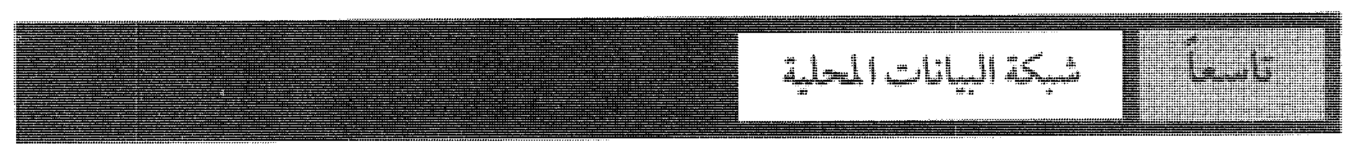
تحتوي الوحدة الفرعية على الماسح الذي يتحسس حالة خط المشترك الذي يستخدم الشاشة، ثم تمرر هذه البيانات إلى الوحدة الفرعية لمعالجتها.

ج - **وحدة معالجة النداء**

إن وحدة معالجة النداء مسؤولة عن تنفيذ وإنهاء النداء بين المستخدمين، كما تعمل على جمع البيانات المتعلقة بتكلفة المكالمات، وتخزين البيانات الخاصة بالمحاسبة لإصدار الفواتير للمستخدمين، تتكون هذه الوحدة من وحدة معالجة مركزية فرعية للتحكم بإجراءات تنفيذ النداء، ومن ذاكرة مشتركة تحفظ بصورة مؤقتة بيانات معالجة وتنفيذ النداء، وتأمين الاتصال مع الذاكرة الدائمة كالقرص الممغنط.

د - **وحدة دارات الربط والاتصال**

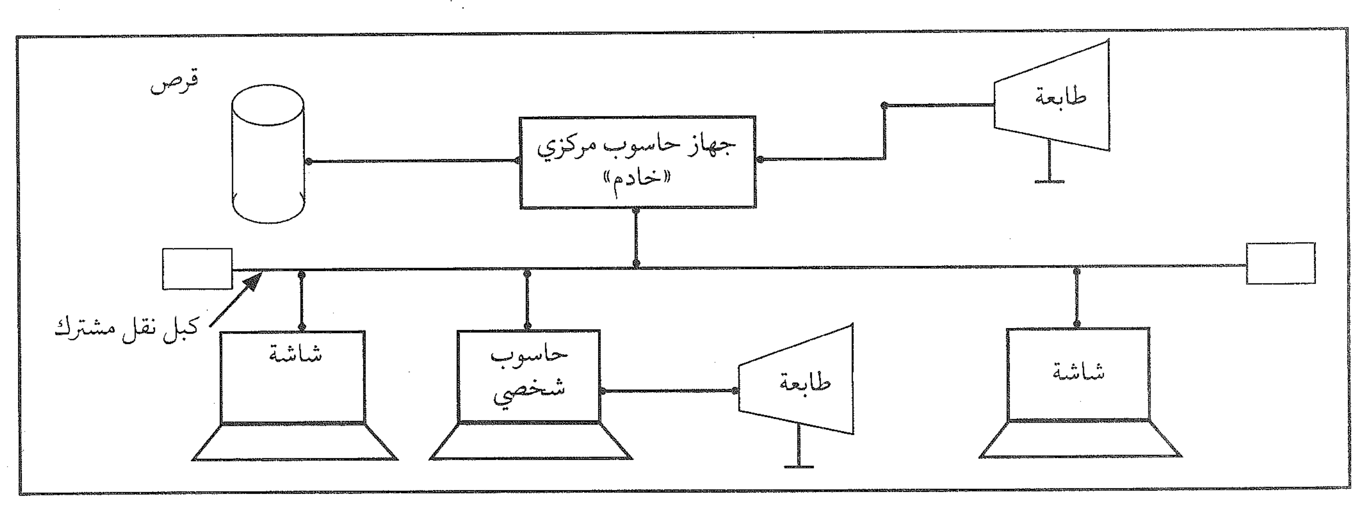
تحدد هذه الوحدة المسارات اللازمة لنقل الحزم بين الجهة الطالبة والجهة المطلوبة في حالة استخدام أكثر من مقسم حزم.



تاسعاً شبكة البيانات المحلية

ما الفوائد الرئيسة لهذه الشبكة ؟

ذكرنا سابقاً أن هذه الشبكة هي نظام اتصال يتعلق بالبيانات مكون من أجهزة وبرمجيات لتأمين الاتصال بين مستخدمي أجهزة حاسوب، ووحدات طرفية تقع في منطقة جغرافية محدودة كمبنى مثلاً، كما هو موضح في الشكل (٦-٢٥). ويمكن لمستخدمي الأجهزة الاتصال فيما بينهم، وتبادل المعلومات تماماً كالمشتركين على مقاسم الهاتف.



الشكل (٦-٢٥): شبكة البيانات المحلية

لقد تم تطوير الشبكات المحلية لاستغلال أجهزة الحاسوب الشخصية وعدد من الشاشات والطابعات بشكل جماعي، حيث تشكل تلك الأجهزة والشبكة المحلية طاقة معالجة كبيرة توازي طاقة المعالجة الكبيرة لأجهزة الحاسوب الضخمة، وخاصة إذا استخدم جهاز حاسوب مركزي خادم (Server) ليخدم أجهزة الحاسوب الشخصية. ومن الفوائد التي تحققها الشبكة المحلية ما يأتي :

١- المشاركة في الاستفادة من ذاكرات الخزن الدائمة الكبيرة (الأقراص الممغنطة)، وأجهزة معالجة الأشرطة الممغنطة.

٢- الحصول على سرعة استجابة عالية، لأن درجة الاستجابة باستخدام الشبكة المحلية تزيد عنها بكثير في حالة التعامل مع جهاز الحاسوب الشخصي بشكل منفرد.

٣- المشاركة في استغلال النظم التطبيقية الممكنة وملفاتها وبرمجياتها.

٤- الاستفادة من الطابعات المربوطة على الشبكة.

وقد تتساءل ما المكونات الرئيسة للشبكة المحلية؟

كما يظهر من الشكل(٦-٢٥) فإنها تتكون من :

- لوحة الربط مع الشبكة وهي موجودة في كل وحدة طرفية أو حاسوب شخصي، وهي غير ظاهرة على الشبكة.
- وحدة الحاسوب الخادم للشبكة.
- وحدة التخزين الدائمة (القرص).
- أجهزة الحاسوب الشخصي والشاشات والطابعات.
- الكبل

تتصل كل وحدة من أجهزة الحاسوب الشخصي مع الكبل الرئيس عن طريق لوحات الكترونية خاصة تشتمل على وحدات إرسال واستقبال الرسائل والمعلومات، وتتبادلها مع الأجهزة الأخرى على الشبكة. يصنع الكبل الرئيس بأشكال وأنواع مختلفة، منها الأسلاك العادية أو الكبل المحوري أو كبل الألياف الضوئية. أما وحدة الحاسوب الخادم فتستخدم لضبط المهام الخاصة بالشبكة مثل : تقسيم الأعمال واستخدام المصادر المشتركة كالملفات والمعلومات الأساسية. بينما تقوم وحدة الخزن الدائمة بخزن البرامج والملفات والمعلومات الأساسية للمستخدمين مثل : أنظمة التشغيل، وأنظمة قواعد البيانات وتشغيل الشبكة وغيرها.

وبالإضافة إلى ذلك فيمكن أن يربط على الشبكة أجهزة حاسوب تسمى محطة عمل (Workstation) لها قدرة كبيرة على معالجة البيانات، أو شاشات عادية يمكنها الاتصال بالبيانات في وحدة المعالجة المركزية، وكذلك التعامل مع البرمجيات الأساسية المخزونة في وحدة الحاسوب المركزي.

النشاط ٦ - ٧

اكتب تقريراً عن خصائص محطة العمل.



١ - اشرح مع الرسم نظام بود لإشارات التلغراف. وبين كيف تم تطبيق ذلك النظام على الأحرف والأرقام.
٢ - باستخدام الشيفرة العالمية رقم(٢) اكتب تشكيلة الرقم (٣٦) وتشكيلة الكلمة(Yes).
٣ - وضح مستعيناً بالرسم إشارة التيار المزدوج في التلغراف، واذكر مميزات هذا النوع من الإشارات.
٤ - احسب الزمن اللازم لإرسال حرف واحد إذا كانت سرعة التلغراف هي (٨٠) بود.
٥ - اشرح مستعيناً بالمخطط الصندوقي للمبرقة، عمل كل وحدة فيها ومكوناتها.
٦ - اشرح مع الرسم طريقة الدارات المزدوجة لربط المبرقات، وبين بماذا تمتاز هذه الطريقة عن الطرق الأخرى.
٧ - ارسم مخططاً صندوقياً لجهاز تلكس الكتروني، واشرح عمل وتركيب كل من لوحة المفاتيح، والمبرقة المستقبلة.
٨ - اشرح مبدأ عمل جهاز الناسوخ، وارسم مخططاً صندوقياً يبين الوحدات التي يتركب منها الجهاز.
٩ - في جهاز الناسوخ، اشرح مبدأ عمل كل من : وحدة الماسح، المضمّن ، الطابعة الحرارية.
١٠ - اذكر تصنيف الاتحاد الدولي للاتصالات لأجهزة الناسوخ.
١١ - هل يمكن لجهاز الناسوخ (G3) أن يعمل مع جهاز آخر G1 أو G2 ؟.
١٢ - ما المقصود بشبكة نقل البيانات؟.
١٣ - عدد طرق ربط أجهزة الحاسوب في شبكة نقل البيانات، واشرح مع الرسم إحدى هذه الطرق.
١٤ - اذكر أنواع شبكات نقل البيانات.
١٥ - تحدث مع الرسم عن الشبكة النجمية لنقل البيانات موضحاً ميزاتها وعيوبها.
١٦ - اعمل مقارنة بين الأشكال المختلفة لشبكات نقل البيانات.
١٧ - ارسم الشبكة غير الهيكلية لنقل البيانات، واذكر أهم ميزة لها.
١٨ - كم عدد خانات تمثيل الحرف أو الرقم في نظام الشيفرة الأميركية ؟ باستخدام جدول هذه الشيفرة اكتب تشكيلة الكلمة (NO).
١٩ - أين تقع نبضة الفحص في تشكيلة الحرف ؟ ولماذا تستخدم هذه النبضة؟.
٢٠ - اشرح التعديل الذي طرأ على نظام الشيفرة الأميركية.
٢١ - ما المقصود بمقاسم الحُزم ؟ ارسم مخططاً صندوقياً لمقسم الحُزم، واشرح باختصار عمل وحداته المختلفة.
٢٢ - اذكر فوائد شبكة البيانات المحلية، وما هي مكوناتها الرئيسة؟.
٢٣ - اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

أ - عدد التشكيلات الممكنة في نظام البود هو :

(١) ٣٢ (٢) ٢٣ (٣) ٤٦

ب - تقاس سرعة التلغراف :

(١) بمعكوس الفترة الزمنية للنبضة .
(٢) بعدد الأحرف أو الأرقام التي يمكن إرسالها في الثانية.
(٣) بعدد الكلمات التي يمكن إرسالها في الدقيقة.
(٤) جميع ما ذكر .

جـ - التلكس :

(١) هو مقسم البرقيات.

(٢) الحديث يعمل باستخدام الحاسوب بدلاً عن القديم الكهرميكانيكي.

(٣) يوفر إمكانية الاتصال بين المشتركين في التلغراف.

(٤) كل ما ذكر.

د - الناسوخ هو جهاز :

(١) لنقل الصورة واستقبالها عبر شبكات الهاتف.

(٢) لنقل الصورة والصوت عبر شبكات الهاتف.

(٣) كل ما ذكر .

هـ - تناسب حرارة رأس الطباعة في جهاز الناسوخ مع :

(١) الإشارة الكهربائية المعبرة عن الصورة.

(٢) نوع الورق المستخدم للطباعة.

(٣) بعد موقع الجهاز المرسل عن الجهاز المستقبل.

و - ظهور خط متقطع على الورقة يعني :

(١) اكتمال استلام الرسالة. (٢) بداية استلام الرسالة. (٣) الرسالة لم تستلم.

ز - ترسل المجموعة الثانية (G2) من النواسيخ الوثائق من حجم (A4) في :

(١) ثلاث دقائق بتضمين اتساع.

(٢) ثلاث دقائق بتضمين نبضي.

(٣) ثلاث دقائق بتضمين رقمي.

ح - ترسل المجموعة الثالثة (G3) الوثائق من حجم (A4) في:

(١) دقيقة واحدة بتضمين رقمي.

(٢) ثلاث دقائق بتضمين رقمي .

(٣) خمس دقائق بتضمين رقمي.

ط - في الشبكة الحلقية لنقل البيانات :

(١) إذا تعطلت إحدى دارات الربط تعطلت باقي الدارات.

(٢) تكون الكلفة عالية إذا كانت المنطقة الجغرافية واسعة.

(٣) تصل سرعة الإرسال أكبر من (١٠٠) ميجابت / ثانية.

ي - الشبكة الشجرية لنقل البيانات :

(١) تستخدم في إنشاء الشبكات الوطنية الواسعة أو شبكات المدن.

(٢) يمكن توسيعها لتعطي مساحات أكبر.

(٣) تستخدم أجهزة تركيز.

(٤) جميع ما ذكر.

الـوحـدة
السابعـة

الاتصالات المحمّلة

ما المقصودبالاتصالات المحمّلة؟ كيف تتم عملية ربط الأماكن البعيدة؟

إن الاتصالات المحمّلة هي الـوسائل المتاحة لـربط الأماكن البعيدة ببعضها سـواءً أكانت هذه الـوسائل سلكيـة، كما هو الحال في الكبـول المحوريـة والأليـاف الضوئيـة أم لاسلكية كما في أنظمـة الميكروويف والأقمار الصناعية.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرة على أن :

١ - تفسّر مبدأ عمل شبكات الاتصالات المحمّلة.
٢- تشرح الأنظمة الميكرووية.
٣- تتعرف الاتصالات الفضائية.
٤- تتعرف الاستقبال التلفازي عبر الأقمار الصناعية.
٥- تتعرف هواتف السيارات.

أولاً شبكات الاتصالات المحمّلة

كيف تصنّف شبكات الاتصالات المحمّلة؟

تربط شبكات الاتصالات المحملة المناطق البعيدة والمدن في البلد الواحد أو الدول المجاورة أو البعيدة ببعضها على المستوى الاقليمي والدولي.

وتكون غالباً تلك الشبكات مزيجاً من تقنيات مختلفة كالشبكات السلكية متعددة الأزواج؛ كبول محورية أو كبول ألياف ضوئية أو أنظمة ميكروويف وأقمار صناعية تغطي مناطق شاسعة تمكن حتى البلد الواحد من استخدام القمر الصناعي لتغطية مناطق نائيه من حدوده الجغرافية.

تستخدم شبكات الاتصالات المحملة لتغطية مسافات مختلفة وتبدأ من مسافة قصيرة (بضعة كيلومترات) كما هو الحال عند ربط تابع الكتروني مركب في قرية أو تجمع سكني مع المقسم الرئيس الموجود في المدينة المجاورة، وإلى مسافة قد تصل إلى (٧٢٠٠٠) كم، كما هو الحال عند الربط بالأقمار الصناعية.

لقد تطورت شبكات الاتصالات المحملة على مر السنين، وبشكل عام يمكن تصنيف هذه الشبكات إلى شبكات تمثيلية وشبكات رقمية.

في الشبكات التمثيلية يرسل باستمرار نطاق محدد من ترددات الإشارة الصوتية (مثلاً النطاق ٣٠٠-٣٤٠٠ هيرتز) ويكون تغير التيار في السلك الذي يصل الهاتف مشابهاً تماماً تغير الصوت الذي تسمعه الأذن البشرية، وبذلك نجد أنه لا يتم أي تغيير على الإشارة الصوتية باستثناء عمليات التضمين الضرورية لغايات النقل.

أما في الشبكات الرقمية فتؤخذ عينات من الإشارة وترسل إلى الطرف الآخر الذي يسترجع الإشارة الأصلية باستخدام العينات المرسلة منها. وبذلك نجد أنه قد حدث تغير كامل للإشارة الصوتية المرسلة، وهذا ما درسته سابقاً. توجد ميزات كثيرة للشبكات الرقمية، وقد أصبحت هي الطريقة المعتمدة في الوقت الحاضر على النطاق العالمي، وبدأت تحل تدريجياً محل الشبكات التمثيلية.

١ مقارنة بين الشبكات التمثيلية والرقمية

تمتاز الشبكات الرقمية عن الشبكات التمثيلية بما يأتي :

أ - إمكانية إعادة توليد الإشارة الرقمية عند كل محطة بعيدة، وهكذا فإن كفاءة الاتصال لا تعتمد على طول المسافة.

ب- قلة تأثر قنوات الاتصال العاملة في الأنظمة الرقمية بالتشويش والتداخل.

ج - إنتاج أجهزة صغيرة الحجم مما يسهل عمليات التركيب والنقل، نظراً لاستخدام الدارات الإلكترونية الرقمية، وما يترتب على ذلك من تقليل الكلفة.

د - إمكانية نقل وحفظ المعلومات بطريقة أفضل وأسرع، وهذا لم يكن متاحاً في الأنظمة التمثيلية، وكذلك سهولة الربط مع أجهزة الحاسوب والوحدات الطرفية.

وستدرس لاحقاً بعض شبكات الاتصالات المحمّلة.

ثانياً الأنظمة الميكروية (Microwave Systems)

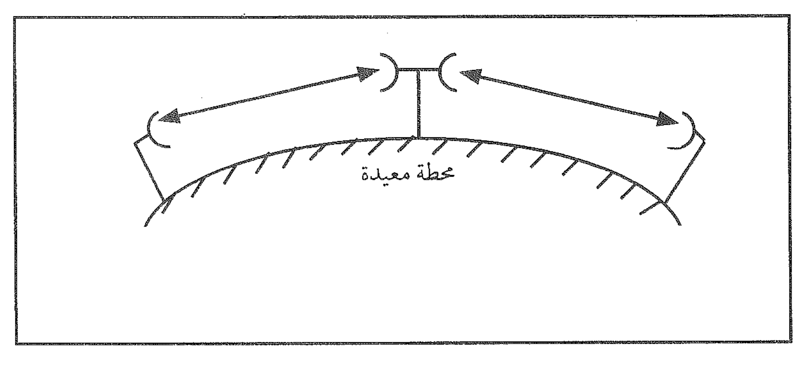
تستخدم أنظمة الاتصالات الميكروية الموجات الراديوية التي تنتشر في خطوط مستقيمة في طبقة التروبوسفير القريبة من سطح الأرض. وتسمى هذه الأنظمة أحياناً باتصالات خط الرؤية، وذلك لاعتمادها على وجود خط رؤية بين هوائي المحطة المرسلة وهوائي المحطة المستقبلة كما في الشكل (٧-١).

وإذا لم يتوافر خط رؤية بين محطتين، فإنه يستخدم محطة ثالثة لتقوية الإشارة تسمى محطة معيدة لتحقيق خط الرؤية بين المحطتين كما هو موضح في الشكل(٧-٢)، **وقد تتساءل ألا تتعرض الموجات الميكروية إلى مؤثرات خارجية؟**

الشكل (٧-١): اتصال خط الرؤية

مما لا شك فيه أن العوامل الجوية كالمطر والثلج وبخار الماء وغاز الأكسجين تشتت أو تمتص جزءاً من طاقة الموجة الميكروية. كما تتعرض هذه الأنظمة إلى التداخل والتشويش من أنظمة الاتصالات الأخرى وأحياناً من الأنظمة الرادارية، وقد تتعرض أيضاً إلى التنصت عليها.

وقد يخطر ببالك أن تسأل : **هل تمتاز الاتصالات الميكروية عن الاتصالات بالكبول المحورية؟**.



الشكل (٧-٢): اتصال ميكروي بوساطة محطة معيدة

إن الكبول المحورية تحتاج إلى الأعمال المدنية المكلفة بالإضافة إلى معيدات بث بنسبة كبيرة. أما الاتصالات الميكروية فتستخدم عدداً أقل من محطات التقوية، وبذلك تكون كلفتها أقل.

١ الحزم الترددية المستخدمة في الاتصالات الميكروية

يمكن اعتبار النطاق الترددي من (١-٣٠٠) جيجاهيرتز نطاق الموجات الميكروية، **ولكن هل هذا النطاق يستخدم بكاملة لأغراض الاتصالات؟** لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات حزماً معينة ضمن هذا النطاق لأغراض الاتصالات، ويوضح الجدول (٧-١) بعض هذه الحزم المستخدمة.

تستخدم هذه الأنظمة بكثرة لربط المقاسم المختلفة ببعضها، خاصة تلك المقاسم التي تقع في المدن البعيدة، فمثلاً توجد شبكات ميكروية عدة عاملة في الأردن تربط مدن المملكة ببعضها، بالإضافة إلى الربط الإقليمي مع الدول المجاورة. وفي أحيان أخرى تستخدم هذه الأنظمة لنقل الإشارات التلفازية لربط ستوديوهات التلفاز مع محطات الإرسال البعيدة.

الجدول (٧-١): بعض الحزم المستخدمة لأغراض الاتصالات الميكرووية

النطاق الترددي (GHz)	السعة التمثيلية	السعة الرقمية
١,٩ - ٢,٣	١٢٠ - ٩٦٠ قناة هاتفية	١٢٠ - ٩٦٠ قناة هاتفية
٦,٤٣ - ٧,١١	٢٧٠٠ قناة هاتفية	١٩٢٠ قناة هاتفية
١٠,٧ - ١١,٧	١٨٠٠ قناة هاتفية	٤٨٠ - ٩٦٠ قناة هاتفية
١٢,٧ - ١٣,٤٥	٩٦٠ قناة هاتفية	٩٦٠ قناة هاتفية

٢ سعة الأنظمة الميكرووية

تختلف سعات أجهزة الاتصالات الميكرووية تبعاً لطبيعة الاستخدام، وبشكل عام فإن أنظمة الميكروويف تقسم إلى :

- أنظمـة السعات المنخفضة.
- أنظمـة السعات التوسطة.
- أنظمة السعات العاليـة.

وقد تسأل : بماذا تقاس سعة أنظمة الميكروويف؟.

تقاس السعة في الأنظمة التمثيليـة بعدد القنوات الهاتفية التي يمكن إرسالها، أما في الأنظمة الرقميـة فتقاس السعة بسرعة النبضات المرسلة، أي بالميجابت/ الثانية.

ففي أنظمة السعات المنخفضة لا يزيد عد القنوات الهاتفية عن (١٢٠) قناة هاتفية، وفي أنظمة السعات المتوسطة يتراوح عـدد القنوات الهاتفيـة ما بين(٢٤٠-٩٦٠) قناة هاتفيـة . أما في أنظمة السعـات العاليـة فإن عدد القنوات الهاتفيـة يتراوح ما بين(١٢٠٠-٢٧٠٠) قنـاة هاتفيـة. ويوضح الجدول (٧-٢) السعـات الهاتفية الشائعة الاستخدام في الأنظمة الرقمية.

الجدول (٧-٢): سعات الأنظمة الرقمية

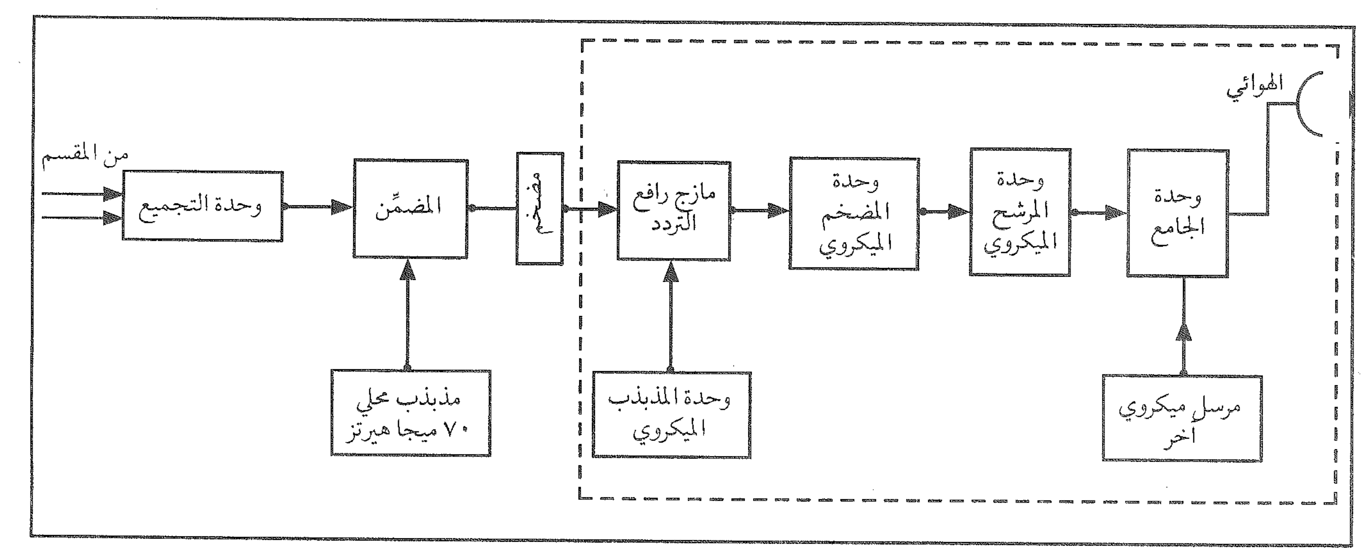
التصنيـف	سرعة إرسال النبضة	السعـــة
أنظمة منخفضة السعة	٠ - ١٠ ميجابت	٢، ٤، ٨ ميجابت
أنظمة متوسطة السعة	١٠ - ١٠٠ ميجابت	١٧، ٣٤، ٧٠ ميجابت
أنظمة عالية السعة	١٠٠ ميجابت فما فوق	١٠٥، ١٤٠، ١٥٥ ميجابت

٣ المخطط الصندوقي لنظام ميكروي

ما مكونات النظام الميكروي؟

يتكون النظـام الميكروي من محطة إرسال ومحطـة استقبال، يوجـد بينهما خط رؤية مباشر، وفي حـالة عدم توافـر خط رؤية مباشر تستخدم محطة تقوية معيدة. ويوضح الشكل (٧-٣) المخطط الصندوقي لجهاز إرسال ميكروي.

كيف يرتبط جهاز الهاتف بالنظام الميكروي؟

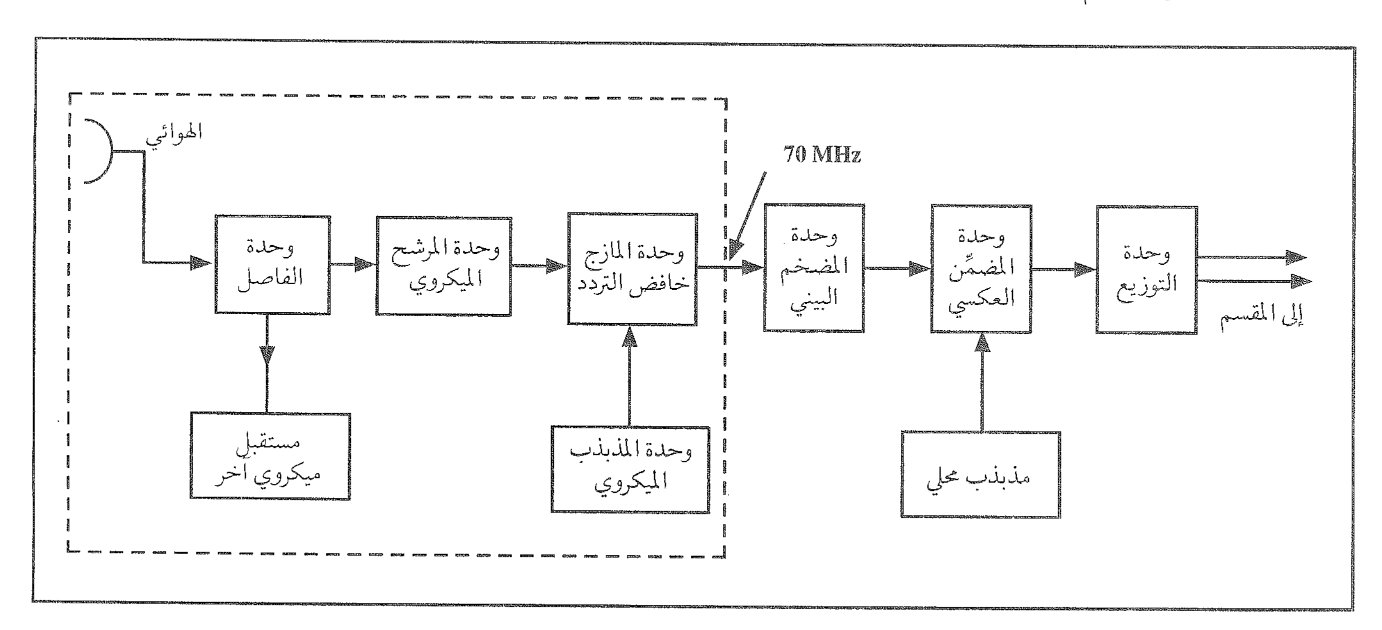


الشكل (٧-٣): مخطط صندوقي لجهاز إرسال ميكروي

ترتبط أجهزة الهاتف بالمقسم العـام الذي يرتبط بوحدة التجميع التي درستها سابقـاً. يتم تجميع عدد من القنوات الهاتفية إما تجميعـاً ترددياً أو زمنيـاً لتكوين المجمـوعتين الأولية والثانـوية. أما وحـدة المضمّن فإنها تضمِّن الإشارة الخارجـة من وحدة التجميع تضميناً تـرددياً على حـامل بتردد(٧٠) ميجاهيرتـز في حالـة الأنظمة التمثيليـة، وتسمى الإشارة الحاملـة إشارة التردد البيني. أمـا وحدة المازج والمذبـذب فترفع تـردد إشارة الحامل البيني إلي التردد الميكـروي المطلـوب. تضخـم الإشارة بعـد ذلك بالمضخم الميكروي، ثم تمرر إلى المرشح ومن ثم إلى الجامع، حيث يمكن إرسال أكثر من إشارة ميكروّوية بوساطة الهوائي نفسه. ويوضح الشكل (٧-٤) المخطط الصندوقي لجهاز الاستقبال الميكروي.

ما الوظيفة الرئيسية لجهاز الاستقبال الميكروي؟.

إن الوظيفة الرئيسة لجهاز الاستقبال الميكروي هي تحويل الإشارة الميكـروّوية إلى الإشارة المناسبة لوحدة التوزيع، وبالتالي إيصال الإشارة من المقسم إلى أجهزة هواتف المشتركين.



الشكل (٧-٤): مخطط صندوقي لنظام استقبال ميكروي

يلتقط الهوائي الإشارات الميكروويـة، ويمررهـا إلى وحدة الفاصل الـذي يزود المستقبلات الميكروويـة بالإشارة المناسبة. يمرر المرشح الميكروي نطاق التردد المناسب إلى وحدة المازج الذي يستخدم إشارة المذبذب الميكروي لتوليد إشارة التردد البيني الحامل(٧٠) ميجـاهيرتز. أمـا وحـدة المضخم البيني فتضخـم الإشـارة البينية إلى المستـوى المنـاسـب لعمل المضمّن العكسي. ويمكننا الآن أن نسأل : **كيف يمكن التحكم بمستوى الإشارة الداخلة للمضمّن العكسي؟**.

يتضمن المضخم البيني مسوّيات (Equalizers) ودارات تحكم بالكسب للمضخـات، وبالتالي تكون الإشـارة النهائية في الخرج ثابتة عند مستوى معين.

يكشف المضمّن العكسي الإشارة المحمولة الرئيسة عن الإشارة الحاملـة التي تتكون من المجموعتين الأولية والثانوية. أما وحدة التوزيع فتفصل القنوات الهاتفية عن بعضها. وبالتالي تمرير الإشارة المناسبة إلى أجهزة الهاتف المرتبطة بالمقسم العام.

وقد تتساءل : كيف نضمـن استمرارية الاتصالات في الظروف كافة؟

بما أن الاتصـالات الميكـروويـة ذات حساسية خـاصة لـلأحـوال الجوية، ونظراً لاحتمالية تعطل بعض الأجزاء والمكونات في تلك النظم، فـلا بـد من اتخاذ بعض الاحتياطات في تصميم أنظمـة الميكروويف، كوجود أجهزة مرسلة ومستقبلة احتياطية، كما هو موضح في الشكل(٧-٥).

إذا تعطل المرسل الأول فيمكـن تشغيل المرسل الثاني باستخـدام المفتاح(أ)، وكذلك إذا تعطـل المستقبـل الأول فيمكـن تشغيـل المستقبل الثاني بوساطة المفتاح (ب).

الشكل (٧-٥): أجهزة مرسلة ومستقبلة احتياطية

وكـذلك لا يقتصر الأمـر على هـذه الاحتياطات، فـلا بد من توفير احتياطـات للتغذية الكهربـائية التي تعمل تلقائياً عنـد تعطل التغذية الرئيسـة. وأيضاً لابد من توفير الـوقود لفترات طـويلة، واختيـار مواقع المحطـات التي تتوافـر لها سهولـة المواصلات والطـرقات التي لا تنغمر بـأمطار الفيضانات والثلوج.

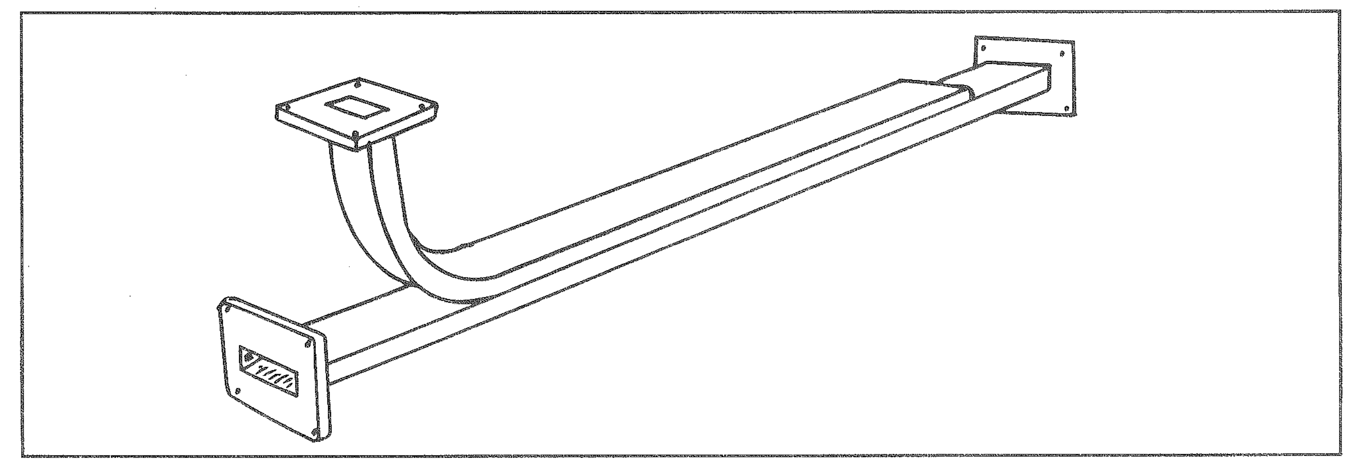
٤ المكونات الرئيسة للأنظمة الميكروويـة

لماذا لا تستخدم الكبول المحورية لنقل الموجات الميكروويـة ؟

يقصد بـالمكونـات الرئيسة لـوسائل نقل الموجـات الميكروويـة دلائل الموجـة، والوصـلات التي تربط الـوحدات في الأنظمة الميكـروويـة، حيث لا تستخـدم الكبول المحـورية لهذا الغرض، لأنها تسبب تـوهيناً عـالياً للمـوجات. وبما أنك درست دلائل الموجة سابقاً فسنشرح المكونات الأخرى لوسائل نقل الموجات الميكروويـة كما يأتي :

أ - الرابط الاتجاهي (Directional Coupler)

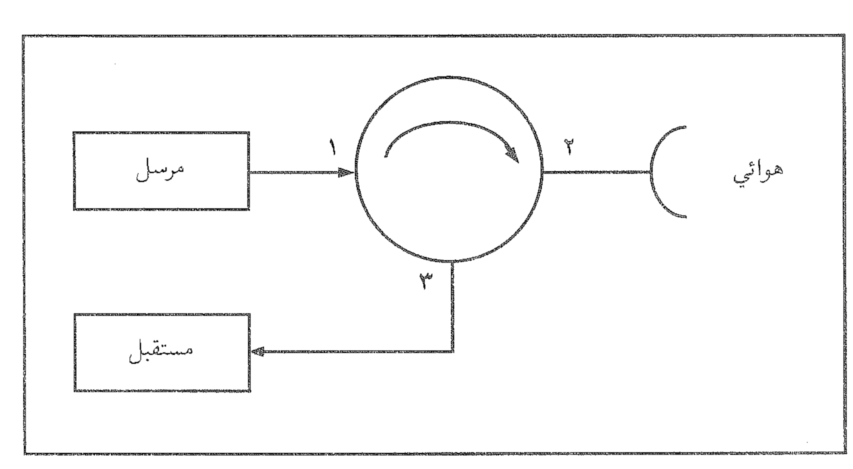
إن أهم استخدامات الرابط الاتجاهي هي أخذ عينة لقياس مستوى الإشارة الميكروويية دون التأثير في تلك الإشارة، وذلك لحساب القدرة المرسلة على سبيل المثال. ويوضح الشكل (٧-٦) الرابط الاتجاهي.



الشكل (٧-٦): الرابط الاتجاهي

ب - المدوِّر (Circulator)

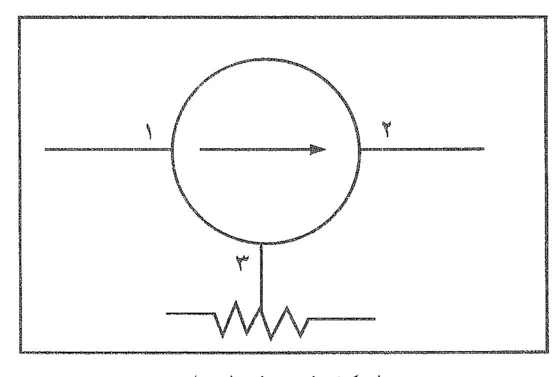
يستخدم غالباً هوائي واحد في أنظمة الميكروويف للإرسال والاستقبال معاً. ويتطلب ذلك حماية أجهزة الاستقبال الحساسة في أثناء الإرسال الذي يكون بقدرات عالية. ويستخدم المدوِّر لهذا الغرض. يوضح الشكل(٧-٧) المدوِّر، حيث يسمح للإشارة بالمرور في اتجاه دون الاتجاه الآخر حسب إشارة السهم، وبذلك نجد أن إشارة المرسل تذهب إلى الهوائي فقط، بينما الإشارة التي يستقبلها الهوائي تذهب إلى جهاز الاستقبال فقط.



الشكل (٧-٧): المدوِّر

ج - العازل (Isolator)

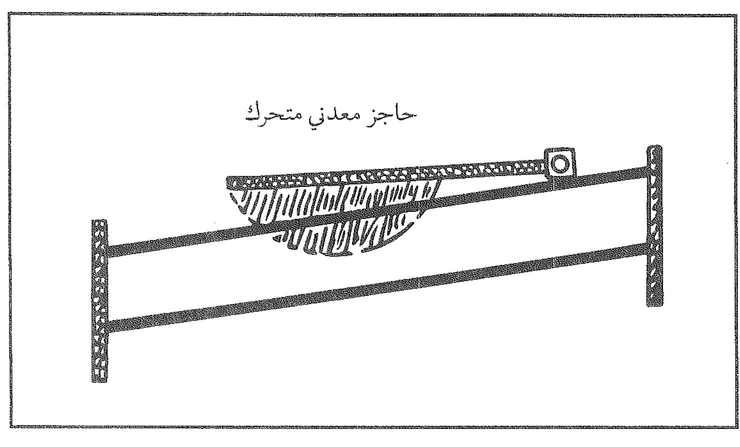
يسمح العازل للإشارات الميكروويية بالمرور في اتجاه معين، بينما لا يسمح لها بالمرور في الاتجاه المعاكس، وبذلك يشبه عمله عمل الثنائي. يوضح الشكل(٧-٨) العازل، حيث يتضح أن العازل المستخدم هو مدوّر يتم وصل مخرجه بحمل مناسب، وأن الإشارة تنتقل فقط من(١) إلى(٢).



الشكل (٧-٨): العازل

د - الموهّنات (Attenuators)

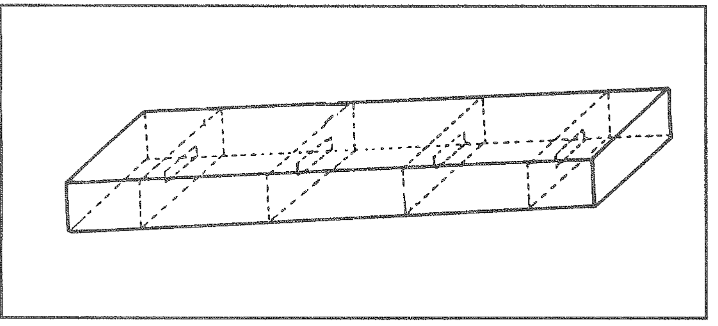
يتكون الموهّن من دليل موجة به فتحة يتحرك داخلها حاجز معدني رقيق يعترض الإشارة الميكروويية، مما يؤدي إلى توهينها. يستخدم الموهّن للتحكم في مستوى الإشارة في أنظمة الميكروويف. ويوضح الشكل (٧-٩) تركيب الموهّن. ومما يجدر ذكره أنه كلما اقترب الحاجز من القيمة العظمى للمجال الكهربائي ازداد التوهين، وبذلك يمكن التحكم بالقدرة الكهربائية المارة عبر الدليل.



الشكل (٧-٩): الموهّن

هـ - المرشح

تصنع المرشحات من دلائل موجة تحتوي على حواجز بها ثقوب، وتوضع بطريقة معيّنة بحيث تعطي الخصائص الكهربائية التي تمكن من مرور الموجات بترددات معيّنة دون الموجات الأخرى. يستخدم المرشح في العديدمن التطبيقات، ولا سيما في أنظمة الميكروويف لفصل الإشارات العالية القدرة عن إشارات الاستقبال منخفضة القدرة، وذلك في حالة استخدام هوائي مشترك. ويوضح الشكل(٧-١٠) تركيب المرشح.

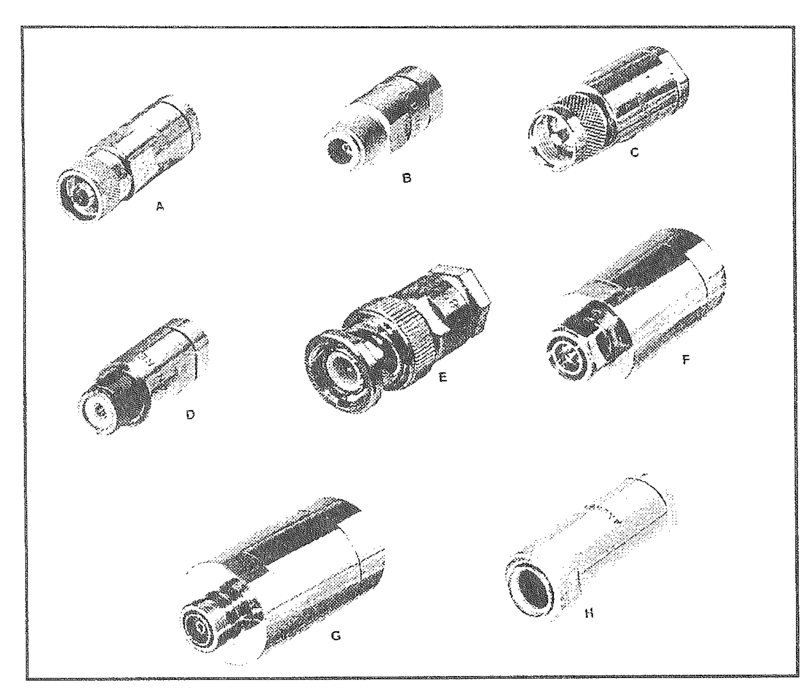


الشكل (٧-١٠): المرشح

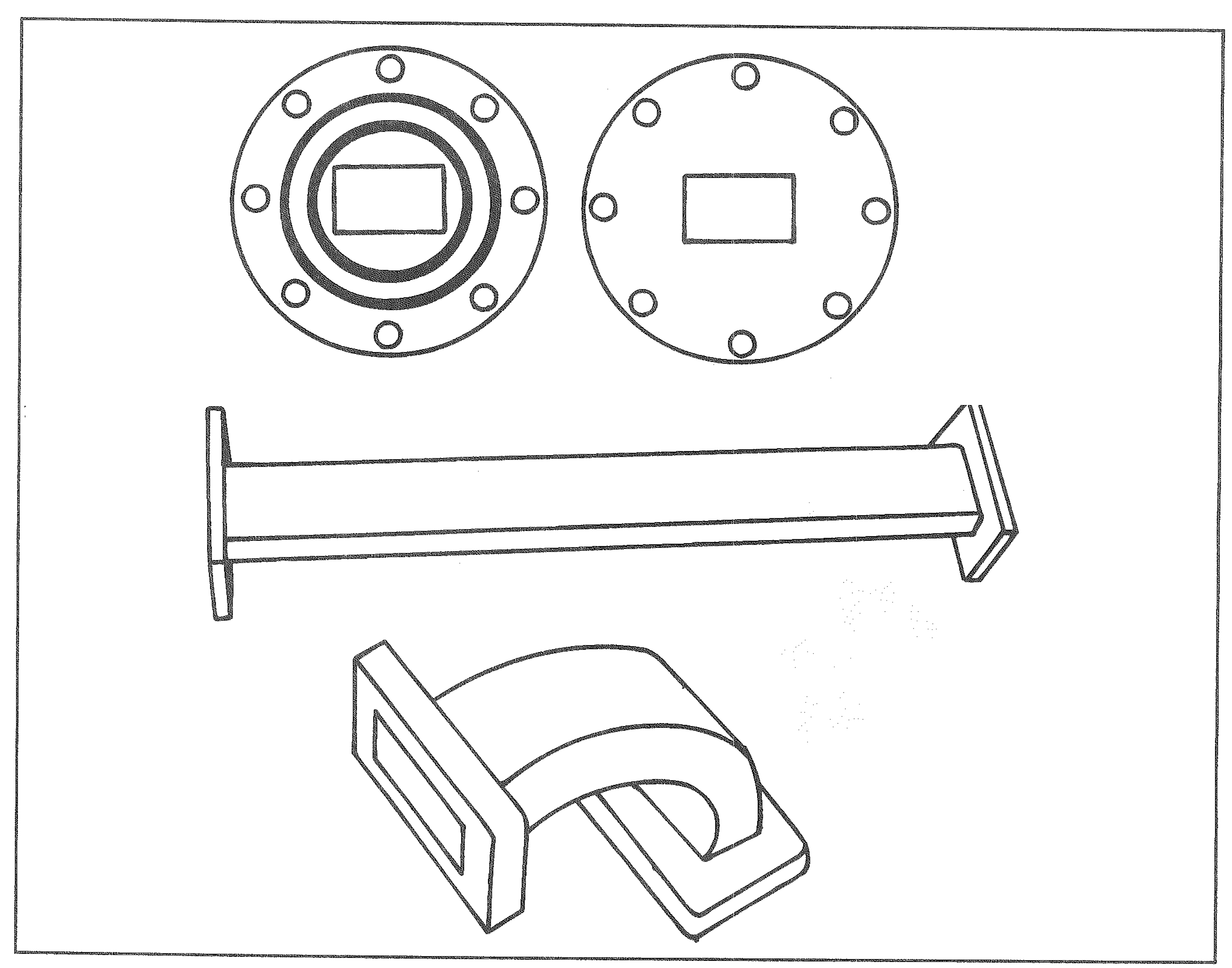
و - الوصلات

تستخدم الوصلات لربط الأجهزة مع الهوائيات، كما تستخدم لربط الكبول المحورية بدلائل الموجة. وتستخدم الوصلات المحورية (Coaxial Connectors) لربط الكبول المحورية مع بعضها، ويوضح الشكل(٧-١١) بعض أشكال هذه الوصلات.

أما دلائل الموجة فتربط مع بعضها بإحكام بوساطة البراغي والصواميل، كما هو موضح في الشكل(٧-١٢). ومما يجب ذكره أن معظم دلائل الموجة تكون مضغوطة بالهواء الجاف لمنع دخول الرطوبة إليها.



الشكل (٧-١١): بعض أشكال الوصلات المحورية



الشكل (٧-١٢): وصلات دلائل الموجة

ثالثاً الاتصالات الفضائية (Space Communications)

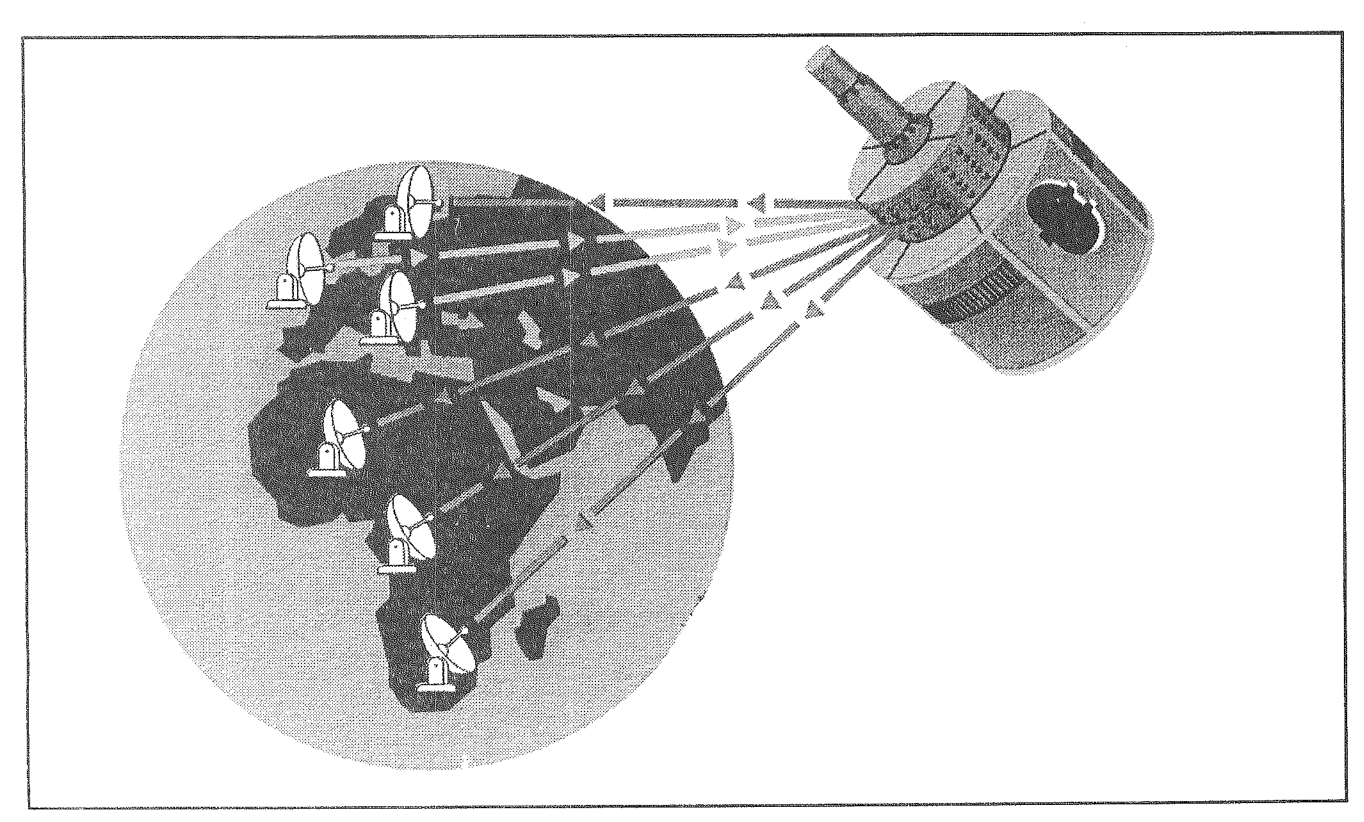
متى بدأت الاتصالات بوساطة الأقمار الصناعية (السواتل)؟

يطلق مصطلح الاتصالات الفضائية على الاتصالات بين محطة أرضية وقمر صناعي (ساتل) أو بين قمر صناعي وقمر صناعي آخر. لقد بدأ الاستخدام الواسع للأقمار الصناعية في الاتصالات منذ منتصف الستينات، وما تزال هذه التقنية في تقدم مستمر.

لقد تأسست منظمة الانتلسات الدولية للقيام بتنظيم وتنسيق استخدام الأقمار الصناعية لأغراض الاتصالات. وقد أطلقت المنظمة خلال عام(١٩٦٥)م أول جيل من الأقمار بسعة (٢٤٠) قناة هاتفية، وتبع ذلك إطلاق أجيال عدة من الأقمار الصناعية التي تكوّن شبكة تغطي معظم الكرة الأرضية، ويصل عدد القنوات الهاتفية إلى(٨٠) ألف قناة هاتفية في الجيل السادس من أقمار انتلسات.

لقد تأسست أيضاً منظمة عربية تعني بالاتصالات بين الدول العربية عبر الأقمار الصناعية تسمى المنظمة العربية

للاتصالات الفضائية(عربسات). وقد تم إطلاق أول الأقمار الصناعية العربية عام(١٩٨٥)م وتم بناء العديد من المحطات الأرضية في معظم الدول العربية للتعامل مع هذه الأقمار، ومثال ذلك المحطة الأرضية في البقعة حيث تتعامل هذه المحطة مع شبكة الأقمار التابعة لمنظمة انتلسات وعربسات. ويوضح الشكل (٧-١٣) صورة أحد الأقمار الصناعية الحديثة للاتصالات.



الشكل (٧-١٣): صورة للقمر الصناعي

١ المدارات (Orbits)

يعرّف المدار بأنه ذلك المسار الذي يتبعه القمر الصناعي في أثناء دورانه حول الأرض. وتقسم المدارات تبعاً للزمن الذي يستغرقه القمر في الدوران حول الكرة الأرضية إلى مدارات متزامنة وأخرى غير متزامنة.

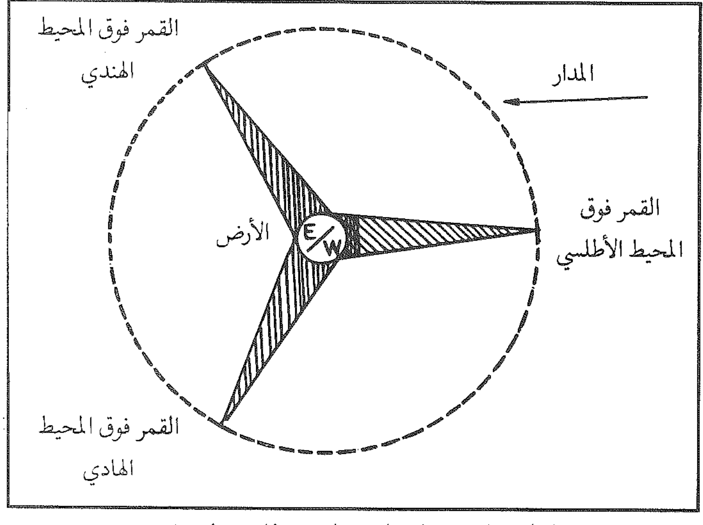
أ - المدارات المتزامنة

إذا كان زمن المدار يساوي (٢٤) ساعة، فإن القمر يدور في مدار شبه دائري، ويكون ارتفاع القمر عن سطح الأرض عند خط الاستواء (٣٦٠٠٠) كم تقريباً. ويسمى هذا المدار المتزامن؛ لأن سرعة دوران القمر تساوي سرعة دوران الأرض حول محورها. ولهذا السبب يظهر القمر وكأنه ثابت بالنسبة للأرض. وبذلك يسمى أحياناً المدار المتزامن (Synchronous Orbit) .

وربما تسأل : أين يقع مدار القمر الصناعي؟

يدور القمر في مداره موازياً لخط الاستواء؛ أي فوق خط الاستواء، وبذلك نجده يبقى ثابتاً فوق خط طول معين. ومما

تجدر الإشارة إليه أنه يلزم إطلاق ثلاثة أقمار صناعية توضع فوق خطوط معيّنة لتغطية الكرة الأرضية. ويوضح الشكل (٧-١٤) المدار المتزامن للقمر الصناعي.



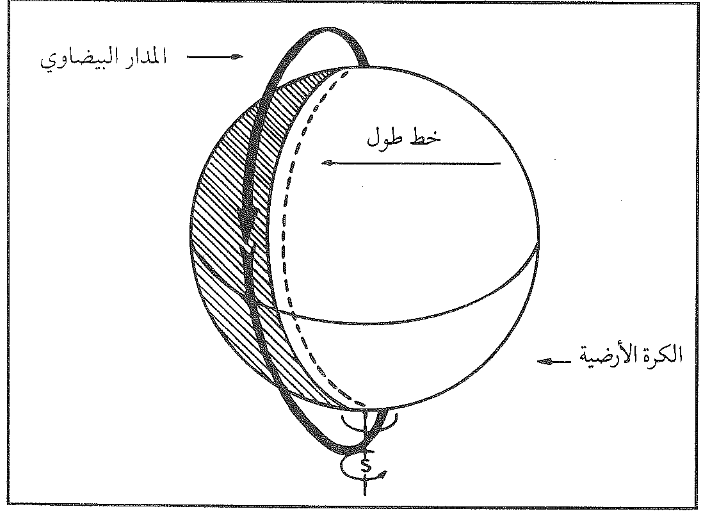
الشكل (٧-١٤): المدار المتزامن للقمر الصناعي

ب - المدارات البيضاوية غير المتزامنة (Elliptical Orbits)

إن زمن الدوران في المدارات البيضاوية أقل من (٢٤) ساعة، ويتراوح ارتفاع القمر من(٣٠٠-١٠٠٠) كم.

يدور القمر عمودياً على خط الاستواء في مدار ثابت، ونظراً لدوان الأرض، فإن كل جزء من سطح الكرة الأرضية سيكون في مجال الرؤية لهذا القمر، وبذلك تتغطى أيضاً منطقة الأقطاب. إن إحدى سيئات هذه المدارات أن القمر يغيب عن منطقة الخدمة الهاتفية التي يغطيها، ولذلك لابد من توفر أكثر من قمر للتغطية الشاملة لمنطقة الخدمة الهاتفية المطلوبة.

توجد سلسلة أقمار أميركية تسمى (NOAA)، وسلسلة أقمار روسية تسمى (MOLNIYA) تدور في مدارات بيضاوية. ويوضح الشكل(٧-١٥) المدار البيضاوي للقمر الصناعي.



الشكل (٧-١٥): المدار البيضاوي للقمر الصناعي

٢ الترددات المستخدمة في الاتصالات الفضائية

لقد خصص الاتحاد الدولي للاتصالات نطاق التردد (٩٢٥ر٥-٤٢٥ر٦) جيجاهيرتز للإرسال من المحطات الأرضية إلى القمر المتزامن، بينما خصص نطاق التردد (٧ر٣-٢ر٤) جيجاهيرتز للإرسال من القمر إلى المحطة الأرضية. ويبلغ عرض النطاق المخصص (٥٠٠) ميجاهيرتز، وقد قسم النطاق إلى(١٢) شريحة بعرض(٤٠) ميجاهيرتز لكل شريحة، التي تسمى قناة قمرية (Transponder)، ويمكن للشريحة الواحدة أن تربط محطات أرضية عدة باستخدام تقنيات الإرسال المتعدد.

لقد تم تخصيص ترددات جديدة لتلبية الاحتياجات المتزايدة لاستخدام أقمار جديدة، فمثلاً استخدم النطاق (١٤-٥ر١٤) جيجاهيرتز للإرسال من الأرض للقمر، والنطاق (٤٥ , ١١ - ٦ , ١١) جيجاهيرتز للاستقبال من القمر الصناعي. وكذلك النطاق (٩٥ر١٠-٢ر١١) جيجاهيرتز، وبالتالي أمكن زيادة عدد القنوات الهاتفية إلى ما يقرب من(٨٠) ألف قناة هاتفية، كما هو الحال في الجيل السادس من أقمار انتلسات.

أما قمر عربسات، فإنه يستخدم الترددات (٦) جيجاهيرتز للإرسال و(٤) جيجاهيرتز للاستقبال، حيث أمكن

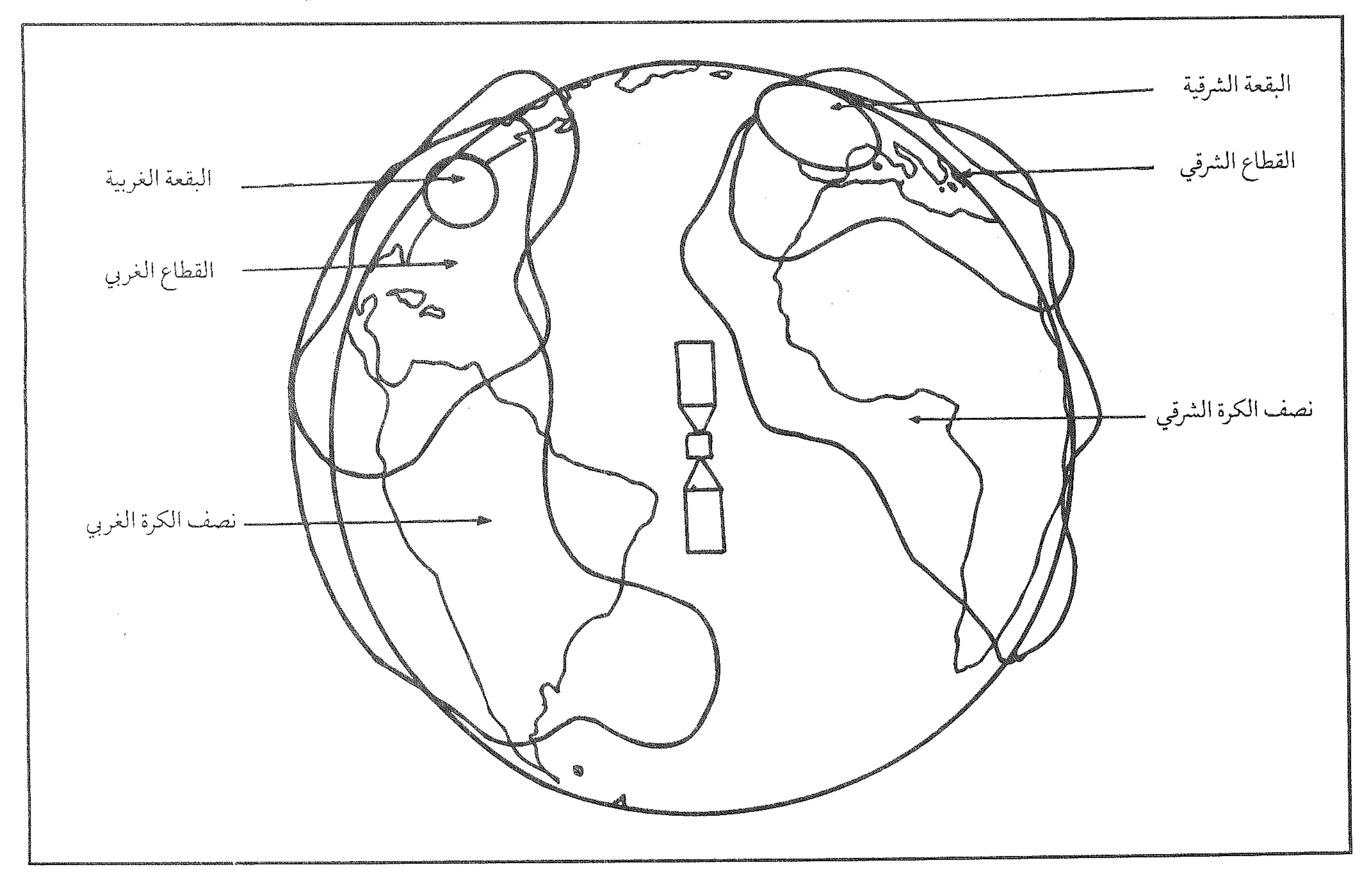
تأمين(٨٠٠٠)قناة هاتفية لغايات الربط بين الدول العربية، وكذلك توجد إمكانية لاستخدام(٦) قنوات تلفازية إحداها قناة تلفازية تعليمية(٥٤ر٢-٦٢ , ٢) جيجاهيرتز يمكن التقاطها بوساطة هوائيات صغيرة الحجم منخفضة التكلفة.

٣ مناطق الخدمة وتوزيع الإشعاعات

توجد ثلاث مناطق للخدمة الهاتفية عبر شبكة إنتلسات العالمية، وذلك لوجود ثلاثة أقمار صناعية فوق كل من المحيط الأطلسي والمحيط الهندي والمحيط الهادي. تقدم هذه الشبكة الخدمة الهاتفية والتلفازية لدول العالم كافة، حيث يوجد العديد من المحطات الأرضية المصمَّمة للتعامل مع الشبكة العالمية. يوجد في الأردن محطة أرضية تتعامل مع القمر الصناعي فوق المحيط الأطلسي، ومحطة أرضية أخرى تتعامل مع القمر فوق المحيط الهندي، بالإضافة إلى المحطة التي تتعامل مع عربسات.

إن الجيل الخامس من الشبكة العالمية لإنتلسات له شعاع يغطي ثلث الكرة الأرضية، ويعمل على الترددين(٦/ ٤) جيجا هيرتز. كما يوجد شعاع يغطي نصف الكرة الشرقي، وشعاع يغطي نصف الكرة الغربي تقريباً، كما هو موضح في الشكل(٧-١٦).

ومما تجب ملاحظته من الشكل أنه يوجد أيضاً شعاعان يغطّيان جزءاً أو منطقة من نصف الكرة الشرقي يسمى القطاع الشرقي، وجزءاً من نصف الكرة الغربي يسمى القطاع الغربي، وشعاعان آخران يغطّيان مساحة صغيرة تسمى البقعة الشرقية والبقعة الغربية. إن الأشعة المذكورة أعلاه تعمل على الترددين(٦/ ٤) جيجاهيرتز لتغطية منطقتي الغرب والشرق من الكرة



الشكل (٧-١٦): مناطق توزيع الخدمة لقمر صناعي من الجيل الخامس لإنتلسات

الأرضية، أمـا الأشعة التي تغطي النقطة فهي تعمل على الترددين(١٤/ ١١) جيجاهيرتـز. وربما تتساءل : **كيف يمكن التحكم بهذه التغطيـة المختلفة للمنـاطق؟** إن استعمال أكثـر من هوائي على القمـر الـواحد، وكـذلك طـريقة التحكم في نمط إشعـاع واستقطاب كل هوائي، يمكننا من تغطية المناطق دون أن تتداخل.

قضية للمناقشة

ناقش استخدام الأقمار الصناعية في مجالات غير مجالات الاتصالات.

٤ مقارنة بين الاتصالات بالكبول والأقمار الصناعية

استخدمت في الخمسينات الكبول وخاصة البحرية منهـا لأغراض الاتصالات البعيدة، ولكن بدخول الأقمار الصناعية في مجال خدمة الاتصالات، فقد أصبحت هي الوسيلة الرئيسة للاتصالات البعيدة، وذلك للأسباب الآتية :

أ - الكبـول تكـون منـاسبة لتقديـم خدمـة من نقطة لنقطة، بينما الأقمار الصناعية منـاسبة لإعطاء خدمـة من نقطة إلى نقاط عدة (Point- to - Multi Point).

ب - تزيد تكلفـة الكبول بازدياد المسافة، بينما تكلفة دارات الأقمار الصناعية لا تعتمد على المسافة بين المحطات الأرضية.

ج - إن إرسال القمر الصناعي يتعدى الحدود الجغرافية، أما الكبول فلا تتعدى الحدود الجغرافية إلا بموافقة الطرف الآخر.

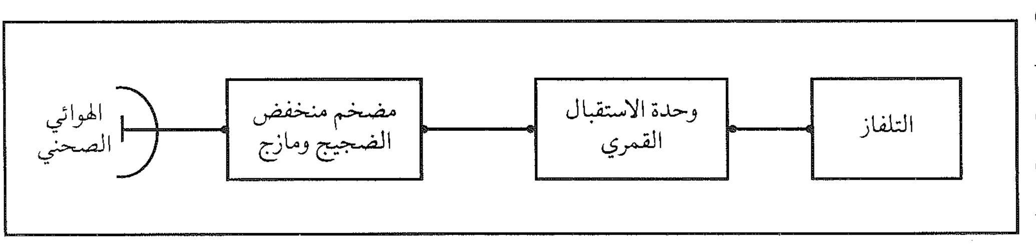
د - يستطيـع القمر الصنـاعـي تقديم خدمة اتصالات للمحطات الأرضية المتحركة، بينما لا تستطيع الكبول تقديم مثل هذه الخدمة.

رابعاً الاستقبال التلفازي البيتي عبر الأقمار الصناعية

لماذا انتشرت خدمة الاستقبال التلفازي البيتي بسرعة؟

إن الامكانـات المتاحـة في القمر الصنـاعي لإرسال المعلـومات مـن نقطة إلى نقاط متعـددة أدت إلى الاستخدام الـواسع للأقمار الصناعية وبخـاصة في الإرسـال المباشر للبرامج التلفـازية، سـواء للأغـراض المحلية لتغطيـة الأماكن النائيـة التي لا تستطيع الاتصالات الأرضية تغطيتها بسهولة وتكلفة معقولة، أم لأغراض توجيه البرامج التلفازية خارج حدود الدول.

تستخدم الأقمار الصنـاعية المتـزامنة للإرسـال التلفازي المبـاشر، وبذلك وفرت وسيلـة لمن يملك محطة استقبـال تلفازي مبـاشر لاستقبـال البرامج من العـديـد من الأقمار الصنـاعيـة دون تـدخل المؤسسات المعنيـة بالبرامج التلفازية. وهنـاك عدد كبير جداً من القنوات التلفازية،



الشكل (٧-١٧): المخطط الصندوقي لمحطة الاستقبال التلفازي المباشر

وقد يـزيد عددهـا في المستقبل، ويمكن مشاهـدة هذه القنوات حسب الـرغبة. ويوضـح الشكل(٧-١٧) المخطط الصندوقي لمحطة الاستقبال التلفازي المباشر.

يكون الهوائي عادة من النوع الصحني المصنوع من شبكة معدنية أو صفـائح معدنية، ويتراوح قطره مـا بـين(٦ , ٠-٦) أمتار تقريبـاً، ويركب على برج صغير مخصص لهذه الغاية. يمكن تـوجيه الهوائي إلى القمر الصناعي المناسب إما يـدوياً أو آلياً بواسطة محركـات خاصة. كما توجد بعض وحدات الاستقبـال التي تختار القمر وتوجه الهوائي عن طريق بـرمجة تلك الوحدات، يلتقط الهوائي الإشارة المرسلـة من القمر، ويركـزها على البؤرة التـي يوجد فيهـا الدايبول أو البـوق والذي بدوره يـوصلها بكبل محوري خاص إلى مضخم منخفض الضجيج الذي يُضخم الإشارة إلى المستوى المطلوب ومن ثم تمر الإشارة إلى المازج خافض التردد وبذلك تتحـول الإشارة الميكروويـة إلى مجال الترددات فوق العاليـة (٩٥٠-١٧٥٠) ميجا هيرتـز، ثم تصل تلك الإشارة بوساطـة الكبل المحوري إلى وحدة الاستقبال القمري التي تضخم بـدورها الإشارة وتحولها إلى تردد جديـد يناسب عمل أجهزة التلفاز العادية، وتظهر كأنها محطة إرسال تلفازي محلي. ومما تجدر الإشارة إليه أنه عن طريق وحدة الاستقبال القمري يتم اختيار القناة التلفازية المطلوبة.

إن أعمال تركيب محطة الاستقبال التلفازي لا تحتـاج إلى جهد كبير، فإما أن يثبت البرج الصغير على الأرض داخل الحديقة أو على سطح المنزل. ويركب الهوائي والتـوصيلات الكهربائية الأخـرى اللازمة حسب تعليمات الشركة الصانعـة، وبعد التأكد من سلامة التركيب والتوصيلات يتم تشغيل النظام وفحصه.

النشاط ٧ - ١

اكتب تقريراً عن المحطة الفضائية الأردنية.

خامساً هواتف السيارات

ما أهمية هواتف السيارات؟

تعد شبكات الهاتف التي درستها سابقاً شبكات ثابتة، أي أنه لا يمكن الاتصال إلا عبر هاتف متصل بتلك الشبكة. أما هواتف السيارات التي هي من أنظمة الاتصالات الحديثة التي تتطور باستمرار، فإنها تقدم خدمة هاتفية آلية من داخل السيارة عن طريق هاتف مُتنقّل لا يرتبط مباشرة بأسلاك شبكة الهاتف العادية.

ولا بد أن تسأل : كيف يمكن تأمين الاتصال ضمن منطقة معينة؟

إن هاتف السيارة هـو جهاز إرسال واستقبال في الوقت نفسه، وغـالباً ما تكون قدرة إرساله ضعيفـة، ولكن إذا استخدمنا محطة تقوية معيدة (Repeater station) تتكون من جهاز إرسال واستقبال، فإنـه يمكن لعدد من الأشخاص الاتصال فيما بينهم بوساطة هذه النظام.

١ مكونات شبكة هواتف السيارات

يمكـــن لأي شخــــص الاشتراك في خدمة هواتف السيـارات إذا كان يقع نطاق عملـه ضمن منطقـة التغطيـة لهذه الخدمـة، ويـوضح الشكل(٧-١٨) مكـونات شبكـة هواتف السيارات.

الشكل (٧-١٨): مكونات شبكة هواتف السيارات

يـرتبط عـدد من المحطـات المركـزيـة (المعيدة) الموزعة في منـاطق الشبكة المختلفة بخطـوط اتصـال مـع مقسم خـاص يسمى مقسم الهواتف الـلاسلكيـة، الـذي يـرتبط بدوره بالشبكة العامة للهاتف، حتى يتمكن المشتركون في خـدمة هـواتف السيارات من إجراء مكالمات محلية أو وطنية أو دولية.

تعمل الشبكــة على نطــاق الترددات فــوق العـاليــة، حيث تستخـدم النطــاق (٨٠٠-٩٠٠) ميجاهيرتـز بشكل واسع، على أن هناك أنظمة شبكات أخرى تعمل على ترددات مختلفة. وتتكون الشبكة من المكونات الرئيسة الآتية :

أ - **الهاتف المتنقل أو هاتف السيارة**

وهذا هـو الجزء الظاهر من الشبكـة للمشترك، ويتكون من وحدتي إرسال واستقبـال وهوائي للاتصـال مع المحطة المركزية؛ تتحكم بشكل كامل بالجهاز المتنقل من حيث استخدام ترددات الإرسال والاستقبال .

ب- **المحطة المركزية** (Base station)

تقوم المحطة المركزية بتأمين الاتصال اللاسلكي للمشتركين في منطقة الخدمة، وأحياناً تسمى خلية (Cell). ومن هنا جاءت بعـض التسميات لشبكة الهاتـف الخلوي (Cellular Telephone System) وذلك لأن الشبكة تتكـون من عدد من الخلايا، حيث تغطي كـل خلية الخدمة الهاتفيـة لمنطقة جغرافيـة معينة، ولكل خليـة ترددات تختلف عن تـرددات الخلايا المجاورة وذلك حسب ترتيب معين تلافيـاً للتداخل بين الخلايا. وكذلك تربط المحطة المركزيـة عبر خطوط اتصال معينة المشتركين مع مقسم الهواتف اللاسلكية.

ج - **مقسم هواتف السيارات**

يرتبط هـذا المقسم مع المحطات المركزية كـافة، ومع الشبكة العـامة، ويؤمن متطلبات الاتصـال للمشتركين، طالما وجدوا داخل منطقة الخدمـة، ويراقب اتصال المشترك باستمرار بحيث يتم تحويله من نطـاق تحكم خلية إلى نطاق تحكم خلية أخرى كلما تطلب الأمـر ذلك. ومما تجب ملاحظته أن لكل هاتف سيـارة رقم اشتراك يشبه رقم المشترك العادي، وأن مقسم الهواتف اللاسلكية هو المسؤول عن إصدار المطالبات المالية لذلك المشترك.

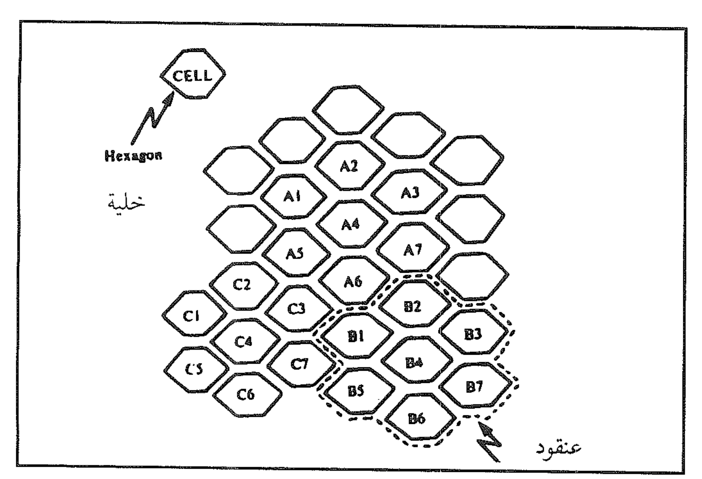
سادساً الهواتف الخلوية (Cellular Telephones)


الشكل (٧-١٩): هاتف خلوي

تعد الهواتف الخلوية تطويراً لهواتف السيارات، وهي من أنظمة الاتصالات الحديثة التي تؤمن إمكانية الاتصالات الهاتفية المتنقلة. يوضح الشكل(٧-١٩) صورة هاتف خلوي حديث.

تم في نهاية السبعينات إدخال أول شبكة هاتف متنقلة في الولايات المتحدة الأميركية تستخدم حزمة عرضها (٤٠) ميجاهيرتز في النطاق (٨٠٠-٩٠٠) ميجاهيرتز. وقد بلغت سعة تلك الشبكة (٦٦٦) قناة هاتفية مزدوجة، تغطي منطقة جغرافية صغيرة يتراوح قطرها(١٠-٢٠) كم تسمى خلية (ومن هنا جاءت تسمية الهواتف الخلوية).

ومما يجدر ذكره أنه يمكن زيادة عدد المستخدمين للهواتف الخلوية عن طريق تقسيم المنطقة الجغرافية المراد تغطيتها إلى خلايا متعددة. ترتب الخلايا على شكل عنقود كما هو موضح في الشكل(٧-٢٠).



الشكل (٧-٢٠): ترتيب الخلايا

وتتكرر العناقيد لتغطي المنطقة الجغرافية بكاملها. توزع القنوات الهاتفية بالتساوي على الخلايا، وبذلك تخصص لكل خلية (٩٩) قناة هاتفية. يعاد استخدام القنوات الهاتفية في الخلايا وعلى سبيل المثال الخلايا (A_1,B_1,C_1) تستخدم القنوات الهاتفية نفسها، وكذلك الخلايا (A_2,B_2,C_2) تستخدم قنوات هاتفية متشابهة ولكن مختلفة عن القنوات السابقة، وهكذا بالنسبة لباقي الخلايا المكونة لعنقود واحد.

١ مكونات شبكة الهواتف الخلوية

تتكون شبكة الهواتف الخلوية من الوحدات المتنقلة والمحطات المعيدة ومقسم التحكم الرئيس الذي يتصل بشبكة الهواتف العامة، كما هو موضح في الشكل(٧-١٨) السابق.

تشبه الوحدة المتنقلة جهاز الهاتف اللاسلكي الذي درسته سابقاً، وأحياناً تضاف إليه شاشة صغيرة، وبطارية قابلة للشحن تمكنه من العمل لساعات طويلة. أما قدرة جهاز الهاتف الخلوي فهي بحدود (٣) واط.

أما المحطة المعيدة فتتكون من جهاز إرسال بقدرة (١٠٠) واط وجهاز استقبال وهوائي مناسب، وهي تخدم خلية

واحدة. ترتبط هذه المحطة المعيدة لاسلكياً مع الوحدة المتنقلة، وسلكياً مع مقسم التحكم الرئيس للهواتف الخلوية الذي يرتبط بشبكة الهواتف العامة لتزويد شبكة الهواتف الخلوية بإمكانية الاتصال بالمشتركين في شبكة الهواتف العامة.

إن شبكة الهواتف الخلوية المذكورة هي شبكة تشابهية، وتستخدم التضمين الترددي بانحراف ترددي قدره (١٢) كيلو هيرتز ، وذلك لقلة تأثر التضمين الترددي بالتشويش (كما درست سابقاً).

تستخدم المحطات المعيدة نطاق الترددات (٨٢٥٫٠٣ - ٨٤٤٫٩٨) ميجاهيرتز لاستقبال إرسال الوحدات المتنقلة، وكذلك نطاق الترددات (٨٧٠٫٠٣ - ٨٨٩٫٩٨) ميجاهيرتز للإرسال إلى الوحدات المتنقلة.

إن الميزة الأساسية للهواتف الخلوية هي التنقل العشوائي من منطقة تغطية محطة معيدة إلى أخرى، ولذا فقد برزت الحاجة إلى متابعة موقع الهاتف الخلوي، وكذلك تغيير التردد الذي يعمل عليه ذلك الهاتف، وهذا كله يتم بطريقة تحكم آلية دون انقطاع المكالمة الهاتفية.



الشكل (٧-٢١): بطاقة ذكية

إن النظام السابق هو نظام تشابهي، وقد تم تطوير أنظمة عدة تستخدم التضمين الرقمي كنظام GSM (Global System for Mobile Communications) الأوروبي. لقد اعتمدت الإدارة الأردنية هذا النظام لتغطية مناطق الأردن بخدمات الهاتف الخلوي، وأعطت ترخيصاً لإحدى الشركات المحلية الخاصة لتقديم هذه الخدمة.

يستخدم نظام (GSM) نطاق الترددات (٩٣٥-٩٦٠) ميجاهيرتز، والنطاق (٨٩٠-٩١٥) ميجاهيرتز.

يستخدم نظام GSM البطاقات الذكية (Smart Cards) ، حيث يكون لكل مشترك بطاقته الخاصة به تسمى بطاقة هوية المشترك (Subscriber Identity Module: SIM) . وعند إجراء أي مكالمة، لا بد من وضع البطاقة في جهاز الهاتف الخلوي، وبعدها يمكن للمشترك إجراء المكالمة. وهذه البطاقة تشبه البطاقة الذكية المستخدمة في الخدمات المصرفية. ويوضح الشكل (٧-٢١) بطاقة ذكية.

النشاط ٧ - ٢

اكتب تقريراً عن الهاتف الخلوي الذي يكثر استخدامه حالياً.



أسئلة وتمرينات

١ - قارن بين الشبكات التمثيلية والرقمية.

٢ - ما العمل إذا لم يتوفر خط رؤية بين المحطتين الأرضيّتين؟.

٣ - كيف يتم قياس سعة الأنظمة الميكرووية التمثيلية، وكذلك الرقمية؟.

٤ - اذكر أقسام الأنظمة الميكرووية.

٥ - باستخدام الإرسال والاستقبال الميكروي، اشرح كيف يتم إرسال قنوات هاتفية واستقبالها.

٦ - لماذا تستخدم دارات المسوّيات والمحدّدات مع دارات المضمّن العكسي في أجهزة الاستقبال الميكروي؟

٧ - اذكر الاحتياطات اللازمة في تصميم الأنظمة الميكرووية لتأمين استمرار الاتصالات.

٨ - بين فكرة عمل كل من :

أ - المدوّر　　　ب - الموهّن　　　جـ - الرابط الاتجاهي

٩ - ما المقصود بالاتصالات الفضائية ؟.

١٠ - ما المقصود بالمدار ؟ وما أقسام المدارات؟.

١١ - قارن بين المدار المتزامن والمدار البيضاوي للقمر الصناعي.

١٢ - ارسم شكلاً يوضح مواقع الأقمار الصناعية الموجودة في مدارات متزامنة لتغطية الكرة الأرضية.

١٣ - اذكر النطاق الترددي الذي حدده الاتحاد الدولي للاتصالات في حالتي الإرسال والاستقبال من المحطات الأرضية إلى الأقمار الصناعية وبالعكس.

١٤ - كم عدد القنوات الهاتفية المتوافرة للربط بين الدول العربية في القمر الصناعي عربسات؟.

١٥ - كم عدد مناطق الخدمة في شبكة إنتلسات العالمية؟ وأين يقع الأردن في هذه الشبكة؟.

١٦ - ارسم المخطط الصندوقي لمحطة استقبال تلفازي مباشر من القمر الصناعي، واشرح عمل كل وحدة من وحداتها.

١٧ - قارن بين الاتصالات باستخدام الكبول والاتصالات باستخدام الأقمار الصناعية.

١٨ - ارسم مخططاً صندوقياً يُبيّن مكونات شبكة هواتف السيارات واشرح عمل كل وحدة فيه وتركيبها.

١٩ - اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية :

أ - تتأثر الموجات الميكرووية بعوامل عدة منها :

(١) المطر والثلج

(٢) بخار الماء والأكسجين

(٣) أنظمة الاتصالات الأخرى

(٤) جميع ما ذكر.

ب - يتراوح عدد القنوات الهاتفية في أنظمة السعات المتوسطة :

(١) ١٢٠ قناة

(٢) ٢٥٠ قناة

(٣) ١٢٠٠ قناة

جـ - تنقسم الأنظمة الميكروويية من حيث سعتها الهاتفية إلى :

(١) ثلاثة أقسام.

(٢) أربعة أقسام .

(٣) خمسة أقسام.

د - من الاحتياطات اللازمة لاستمرار الاتصالات الميكروويية :

(١) توفر مرسل ومستقبل احتياطي.

(٢) وجود مصدر تغذية يعمل تلقائياً في حالة انقطاع التغذية الرئيسة.

(٣) اختيار مواقع المحطات بحيث يسهل الوصول إليها، ولا تغمر بالأمطار والثلوج.

(٤) جميع ما ذكر.

هـ - يستخدم قمر عربسات ترددي الإرسال والاستقبال الآتيين :

(١) ٦ جيجاهيرتز ، ٤ جيجا هيرتز

(٢) ٥ جيجاهيرتز ، ٦ جيجا هيرتز

(٣) ٤ جيجاهيرتز، ٦ جيجا هيرتز

و - الهوائي الذي تستخدمه محطات الاستقبال التلفازي من القمر الصناعي، هو:

(١) ياغي.

(٢) صحني.

(٣) دايبول.

ز - تمتاز طريقة الاتصال باستخدام الأقمار الصناعية عنها باستخدام الكبول :

(١) بأنها تعطي خدمة لنقاط عدة في الوقت نفسه.

(٢) ثابتة مهما زادت المسافة.

(٣) بحرية الحركة في أثناء عملية الاتصال.

(٤) جميع ما ذكر.

ح - تستخدم شبكة هواتف السيارات النطاق الترددي.

(١) ١٠٠-٥٠٠ ميجاهيرتز

(٢) ٥٠٠ - ٧٠٠ ميجاهيرتز

(٣) ٨٠٠ - ٩٠٠ ميجاهيرتز

أحادي القطب	Monopole
أخذ المكالمة	Call Pickup
استقطاب	Polarization
أعطال المعدات	Hardware Defects
الإرسال الهاتفي	Telephony
أمامي	Forward
الانتقائية	Selectivity
انحراف ترددي	Frequency Deviation
بطارية محلية	Local Battery
تجميع بتقسيم الزمن	Time Division Multiplexing
تحويل مكالمة	Call Transfer
تحدث في اتجاهين	Call Waiting
تحكم موزّع	Distributed Control
ترقيم مختصر	Abbreviated Dialing
ترميز	Coding
تسجيل وإظهار رسالة لغائب	Absence Message Record and Display
تضمين	Modulation
تضمين اتساع النبضة	Pulse Amplitude Modulation
تضمين ترددي	Frequency Modulation
تضمين عرض النبضة	Pulse Width Modulation
تضمين موقع النبضة	Pulse Position Modulation
تكرار	Hash
تمثيلي	Analogue
تكميم	Quantization
التلغراف	Telegraphy
ثنائي القطب	Dipole
ثنائي النغمة	Dual Tone
جهاز استقبال إذاعي	Broadcast Receiver
جهاز استقبال منخفض الضجيج	Low Noise Receiver
حرف تحكم	Control Character
حزمة	Packet
خطة ترقيم	Numbering Plan

Central Office Line .... خط شبكة عامة
Step - by - Step .... خطوة خطوة
De- emphasis .... خفض الذروة
Junction Circuit .... دارة وصل
Fidelity .... دقة الأداء
Waveguide .... دليل موجة
Directional Coupler .... رابط تجاهي
Backward .... راجع
Digital .... رقمي
Even .... زوجي
Superheterodyne .... سوبرهيتروداين
Common Bus Network .... شبكة الخط المشترك
Data Transmission Network .... شبكة تراسل البيانات
Switching Network .... شبكة التوصيل
Ring Network .... شبكة حلقية
Tree Network .... شبكة شجرية (هيكلية)
Mesh Network .... شبكة غير هيكلية
Star Network .... شبكة نجمية
Noise .... ضجيج
Thermal Noise .... ضجيج حراري
Atmospheric Noise .... ضجيج الغلاف الجوي
Man - Made Noise .... ضجيج ناتج من الأنشطة الصناعية
Isolator .... عازل
Active/ Standby .... عامل/ احتياط
Parabolic Reflector .... عاكس صحني
Random .... عشوائي
Cradle switch .... الغطاس
Asynchronous .... غير متزامن
Scanner .... فاحص
Extension .... فرع
Loop Disconnect .... فصل الوصلة
Common Channel Signalling .... قناة إشارة مشتركة
Detector (Demodulator) .... كاشف
Product Detector .... كاشف المجموع

English	العربية
Main Distribution Frame	لوحة توزيع رئيسة
Scanner	ماسح
High Group	مجموعة عليا
Inlet	مدخل
Circulator	مدوّر
Signaller	مرقّم
Duplex	مزدوج
Level	مستوى
Balanced Modulator	مضمّن متوازن
Band Switch	مفتاح نطاق
Exchange	مَقْسم
Transit Exchange	مقسم تمرير مكالمات (وطني)
Packet Exchange	مقسم الحزم
Private Branch Exchange	مقسم فرعي
Cross Bar Exchange	مقسم كروسبار
Point - to - Point	من نقطة إلى نقطة
Discriminator	مميّز
Locall Call	مكالمة محلية
Long Distance Call	مكالمة دولية
Sky Wave	موجة سماوية
Direct Wave	موجة مباشرة
Ground Wave	موجة أرضية
Conductor	موصل
Attenuator	موهّن
Paging	النداء
Start Tone	نغمة البدء
Ring Back Tone	النغمة الراجعة
Dialing Tone	نغمة ابتداء الترقيم (الحرارة)
Frequency Band	نطاق ترددي
Facsimile	الناسوخ
Door Phone	هاتف الباب
Rotary Dial Telephone	هاتف قرصي
Cordless Telephone	هاتف لاسلكي
Antenna	هوائي

وحدة الربط والاتصال	Access Subsystem
وحدة اتصال	Data Communication Equipment (DCE)
وحدة تحكم المرحّلات	Relay Controller
وحدة ترقيم	Dialing Unit
وحدة طرفية	Data Terminal Equipment (DTE)
وحدة ثابتة	Base Station
وحدة متنقلة	Hand Held Telephone
وحدة معالجة مركزية	Central Processing Unit
وحدة مواءمة	Balun

Glossary

A

Abbreviated dialing .... ترقيم مختصر
Absence message record and display .... تسجيل واظهار رسالة لغائب
Access subsystem .... وحدة الربط والاتصال
Active/ Standby .... عامل/ احتياط
Amplitude modulator .... مضمن اتساع
Analogue .... تمثيلي
Asynchronous .... غير متزامن
Atmospheric Noise .... ضجيج الغلاف الجوي
Attenuator .... موهّن

B

Backward .... راجع
Balanced modulator .... مضمّن متوازن
Balun .... وحدة مواءمة
Band switch .... مفتاح نطاق
Base station .... وحدة ثابتة
Brodcast receiver .... جهاز استقبال إذاعي
Bus .... خط مشترك
Bus Topology .... شبكة الخط المشترك

C

Call pickup .... أخذ المكالمة الواردة
Call transfer .... تحويل مكالمة
Call waiting .... تحدث في اتجاهين
Channel associated signalling .... نظام الإشارة المصاحبة للقناة
Central office line .... خط شبكة عامة
Central processing unit .... وحدة معالجة مركزية
Circulator .... مدوّر
Coding .... ترميز
Common channel signalling .... قناة ترقيم مشتركة
Conductor .... موصل
Control character .... حرف تحكم
Cordless telephone .... هاتف لاسلكي

Cradle switch .... الغطاس

Cross bar exchange .... مقسم كروسبار

D

Data communication equipment (DCE) .... وحدة اتصال

Data terminal equipment (DTE) .... وحدة طرفية

Data transmission network .... شبكة تراسل البيانات

De- emphasis .... خفض الذروة

Demodulator .... مضمّن عكسي

Detector .... كاشف

Dialing tone .... نغمة الحرارة

Dialing unit .... وحدة الترقيم

Digital .... رقمي

Direct wave .... موجة مباشرة

Directional coupler .... الرابط الاتجاهي

Discriminator .... مميّز

Distributed control .... تحكم موزّع

Door phone .... هاتف باب

Dual tone .... ثنائي النغمة

Duplex .... مزدوج

E

Elliptical orbit .... مدار بيضاوي

Exchange .... مقسم

Extension .... فرع

Even .... زوجي

F

Facsimile .... الناسوخ

Fidelity .... دقة الأداء

Forward .... أمامي

Frequency band .... نطاق ترددي

Frequency deviation .... انحراف ترددي

Frequency modulation .... تضمين ترددي

G

Generator .... مولد

Ground wave .... موجه أرضية

H

Half wave dipole .... هوائي ثنائي القطب

Hand held telephone .... وحدة متنقلة

Hardware defects .... أعطال معدات

Hash .... تكرار

High group .... مجموعة عليا

I

Induction coil .... ملف تأثيري

Inlet .... مدخل

Intercom system .... نظام الاتصال الداخلي

Interference noise .... ضجيج تداخل

International exchange .... مقسم دولي

Isolator .... عازل

J

Junction Circuit .... دارة وصل

L

Level .... مستوى

Local battery .... بطارية محلية

Local calls .... مكالمات محلية

Load share .... المشاركة بالحمل

Long distance call .... مكالمة دولية

Loop disconnect .... فصل الوصلة

Lower side band (LSB) .... النطاق الجانبي الأدنى

Low noise receiver .... جهاز استقبال منخفض الضجيج

M

Main distribution frame .... لوحة توزيع رئيسة

Man - made noise .... ضجيج ناتج من الأنشطة الصناعية

Mesh network .... شبكة غير هيكلية

Modulator .... مضمّن

Monople .... أحادي القطب

N

Noise .... ضجيج

Numbering plan .... خطة الترقيم

O

Odd .... فردي

P

Packet .... حزمة

Packet switch .... مقسم الحُزم

Paging .... النداء

Parabolic reflector .... عاكس صحني

Polarization .... استقطاب

Point -to- point .... من نقطة إلى نقطة

Privat branch exchange .... مقسم فرعي

Product detector .... كاشف المجموع

Pulse amplitude modulation (PAM) .... تضمين اتساع النبضة

Pulse position modulation (PPM) .... تضمين موقع النبضة

Pulse width modulation (PWM) .... تضمين عرض النبضة

Q

Quantization .... تكميم

R

Random .... عشوائي

Register .... خازن

Relay controller .... وحدة تحكم المرحّلات

Ring back tone .... النغمة الراجعة

Ring topology .... شبكة حلقية

Rotary dial telephone .... هاتف قرصي

S

Sampler .... آخذ العينات

Selectivity .... الانتقائية

Sensitivity .... الحساسية

Scanner .... فاحص/ ماسح

Signaller .... مرقّم

Sky wave .... موجة سماوية

Start tone .... نغمة البدء

Star toplogy .... شبكة نجمية

Step -by- step .... خطوة خطوة

Superheterodyne .... سوبرهيترودااين

Switching network .... شبكة التوصيل

T

Telegraphy .... التلغراف

Telephony .... الارسال الهاتفي

Thermal noise .... ضجيج حراري

Time division multiplexing .... تجميع بتقسيم الزمن

Transit exchange .... مقسم تمرير المكالمات

Tree network .... شبكة شجرية (هيكلية)

U

Upper side band (USB) .... النطاق الجانبي الأعلى

W

Waveguide .... دليل موجة

المراجـــع

1- American Radio Relay League. **The Radio Amateur's Handbook.** 3rd Edition. Newington CT. USA, 1983.

2- Dalgleish D.I. **An Introduction to Satellite Communications.** Peter Peregrinus Ltd. London, 1989.

3- Dogan Tugal and Osman Tugal. **Data Transmission**. McGraw- Hill Book Company. NewYork, 1982.

4- Hiroshi Inose. **An Introduction to Digital Intergrated Communications Systems.** Peter Peregrinus Ltd. London, 1981.

5- Howard Gerrish and William Dugger. **Electricity and Electronics.** The Goodheart - Willcox Company Inc. South Holland Illions, 1980.

6- Michael J. Miller and Syed V. Ahmed. **Digital Transmission System and Networks.** Computer Science Press Inc. Rockville. Maryland. USA, 1988.

7- Michael Noll A. **An Introduction to Telephones and Telephone Systems**. Artech House Inc. Norwood, MA 02062. USA, 1986.

8- Roger Freeman. **Telecommunications Transmission Handbook.** John Wiley and Sons. NewYork, 1980.

انتهى الكتاب بحمد الله

JSPN 111-941213 - 4
الشركة الجديدة للطباعة والتجليد